

6629.45136
RIS
P



**PENGARUH PEMAKAIAN PUPUK KANDANG PADA
TANAH REGOSOL KELABU TERHADAP EROSI**

TESIS

**Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil**

Oleh

RISMAN

L 4A 000031

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2004**

PENGARUH PEMAKAIAN PUPUK KANDANG PADA TANAH REGOSOL KELABU TERHADAP EROSI

Disusun oleh

R I S M A N
NIM : L4A 000 031

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal :

29 Januari 2004

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik Sipil

Tim Penguji :

Ketua : Dr. Ir. Suripin, M.Eng

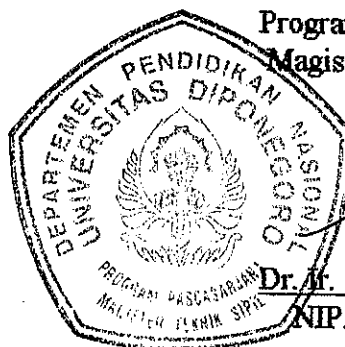
Sekretaris : Ir. Endro Sutrisno, MS

Anggota 1 : Ir. Irawan Wisnu W, MS

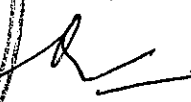
Anggota 2 : Ir. Syafrudin, CES, MT

Anggota 3 : Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc

Semarang, 29 Januari 2004
Universitas Diponegoro
Program Pasca Sarjana
Magister Teknik Sipil



Ketua,


Dr. Ir. Suripin, M. Eng
NIP. 131668511

ABSTRAK

Salah satu penyebab utama kerusakan tanah pertanian adalah erosi, apalagi bila tanah yang tererosi mengandung bahan pupuk selain merusak tanah yang tererosi juga akan menimbulkan masalah lain di bagian hilirnya seperti di waduk yang mengakibatkan tumbuh suburnya tanaman pengganggu seperti eceng gondok. Hal ini akan mengakibatkan volume tampungan waduk berkurang. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi laju erosi adalah iklim, tofografi, tanah, vegetasi, dan kegiatan manusia. Salah satu cara untuk mengendalikan erosi adalah dengan memberi perlakuan terhadap tanah yaitu dengan menambahkan pupuk kandang ke dalamnya. Tiap jenis tanah memberikan pengaruh yang berbeda terhadap laju erosi, ini terkait dengan sifat-sifat yang dimiliki tanah seperti ukuran butiran, permeabilitas, dan kandungan bahan organik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu terhadap erosi dengan berbagai kemiringan, menentukan nilai erodibilitas tanah K berdasar hasil pengamatan erosi di laboratorium dan berdasar hasil pengujian sifat-sifat tanah.

Pengukuran erosi dilakukan dengan cara membuat kotak sample berukuran 1 m x 1 m x 0,15 m yang diisi dengan campuran tanah dengan pupuk kandang sapi dengan jumlah 0, 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 kg/m² atau 0%, 0,8%, 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4%, dan 4,8%. Kemudian diberi hujan lewat alat rainfall simulator dengan intensitas 50 mm/jam dalam variasi kemiringan 5°, 10°, 15°. Pengukuran dilakukan untuk satu seri kotak sample dengan kondisi tanpa tanaman dan satu seri dengan tanaman jagung.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah erosi yang terjadi cenderung meningkat dengan bertambahnya kemiringan lereng, dan hal ini berlaku untuk kondisi tanpa tanaman maupun dengan tanaman. Penambahan pupuk kandang yang semakin besar meningkatkan permeabilitas dan kandungan bahan organik yang berakibat pada menurunnya erodibilitas tanah K yang berarti meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi. Dan hasil yang didapat permeabilitas optimum sebesar 8,07 cm/jam terjadi pada pemakaian pupuk 4,5% setara dengan 45 ton/ha, erodibilitas optimum sebesar 0,056 gr/J terjadi pada pemakaian pupuk 4,15% setara dengan 41,5 ton/ha.

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah bahwa pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi. Hal ini dapat diindikasikan dengan meningkatnya permeabilitas tanah, kandungan bahan organik, dan mengecilnya nilai erodibilitas tanah K.

Untuk mengurangi laju erosi yang terjadi dan kebutuhan tanaman akan unsur hara terpenuhi, disarankan untuk para petani setempat khususnya di Jatinom Klaten untuk menggunakan pupuk kandang sapi sebesar 2,5% atau setara dengan 25 ton/ha lahan.

Kata kunci : erosi, pupuk, ketahanan tanah.

ABSTRACT

One of the main causal factor of farmland damage is erosion, particularly when the eroded soil consists of manure. The damage is not only on the farmland itself, but also causes another problem at the downstream, such as decreasing reservoir capacity due to aquatic weeds that grow fast. The factors influencing the rate of erosion are climate, topography, soil, vegetation, and human activities. One of the methods to reduce soil erosion is improving soil characteristics by mixing the soil with manure. Each soil type gives different effect on soil erosion, it is related to the soil characteristics such as : grain size, permeability, and organic material in it.

This research is aimed to find out the effect of cow manure on gray regosol soil to erosion with various slope, and to determine the erodibility factor of soil K, based on erosion observation in laboratory, and soil characteristics test.

Erosion measurement is carried out by making a sample box 1m length x 1m width x 0.15 m depth and filled with mixed soil and cow manure as much as 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 kg/m² or 0%, 0.8%, 1.6%, 2.4%, 3.2%, 4% and 4.8%. The rainfall is generated by rainfall simulator with intensity 50 mm/hour on various slope : 5°, 10°, 15°. The measurement is conducted for one series of sample box without any plant and one series with corn plant.

From the observation shows that the erosion trends to increase with the increasing of the slope, both with and without plants. The manure increases soil permeability and organic material in the soil. As consequence, the soil erodibility decreases, and soil resistance to erosion increases. It is found that the optimum permeability is 8.07 cm/hour on 4.5% manure or equal to 45 tons/ha, the optimum erodibility is 0.056 gr/J on 4.15% manure or equal to 41.5 tons/ha.

This research concluded that the application of cow manure on gray regosol soil could increase the resistance of soil against erosion. It can be indicated by increasing soil permeability, organic material content and the decreasing erodibility of soil, K.

To minimize soil erosion and to fulfill the requirement of plant for nutrient, it's suggested to the local farmers, especially in Jatinom, Klaten, to use cow manure in the amount of 2.5% or equal to 25 tons/ha of farmland.

Key words : erosion, manure, soil resistance

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan limpahan rahmat dan karuniaNya serta memberikan kekuatan iman, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.

Tesis dengan judul “Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Pada Tanah Regosol Kelabu Terhadap Erosi” diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya atas arahan , bimbingan, dan bantuannya dalam penyusunan Tesis ini, kepada yang terhormat :

1. Bapak Prof. Ir. Eko Budihardjo, M.Sc. selaku Rektor Universitas Diponegoro.
2. Bapak DR. Ir. Suripin, M.Eng. selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil, sekaligus sebagai pembimbing utama yang telah banyak memberikan dorongan semangat dan arahnya dalam penyelesaian Tesis ini.
3. Bapak Ir. Endro Sutrisno, MS selaku pembimbing pendamping yang telah banyak memberikan saran-saran dan masukannya dalam penyelesaian Tesis ini.
4. Bapak Ir. Irawan Wisnu W, MS selaku anggota tim penguji yang telah banyak memberikan masukannya dalam penyelesaian Tesis ini.
5. Bapak Ir. Syafrudin, CES. MT selaku anggota tim penguji yang telah banyak memberikan masukannya dalam penyelesaian Tesis ini.

6. Bapak Dr. Ir. Suharyanto, M.Sc selaku anggota tim penguji yang telah banyak memberikan masukannya dalam penyelesaian tesis ini,
7. Keluarga Drs. Martono yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil dalam penyelesaian Tesis ini.
8. Isteri saya Warsiti, ST. MT dan kedua anak saya Ardhi Ristiawan, Faris Lahudin yang telah memberikan dorongan motifasi sehingga dapat terselesaikannya Tesis ini.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu sehingga terselesaikannya Tesis ini.

Semoga segala bantuan dan pengorbanan yang telah diberikan dapat memberikan kebahagiaan yang tiada ternilai.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin yarobbal alamin.

Semarang, Januari 2004

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Pembatasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Metode Penelitian	7
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Pendahuluan	10
2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Erosi	12
2.2.1 Curah Hujan	12
2.2.2 Sifat-sifat Tanah	13

2.2.3 Lereng	15
2.2.4 Vegetasi	16
2.2.5 Manusia	16
2.3 Prediksi Kehilangan Tanah	17
2.3.1 Faktor Erosifitas Hujan (R)	18
2.3.2 Faktor Erodibilitas Tanah (K)	19
2.3.3 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng	23
2.3.4 Faktor Vegetasi Tanaman Penutup (C)	25
2.3.5 Faktor Pengendalian Erosi (P)	27
2.3.6 Erosi yang Diijinkan	28
2.4 Klasifikasi Tanah	28
2.4.1 Sifat Tanah Regosol	30
2.5 Usaha-usaha Konservasi Tanah	31
2.6 Pemakaian Pupuk	32
2.7 Pupuk Kandang Sapi Sebagai Sumber Bahan Organik	34
2.8 Peran Pupuk Kandang Bagi Perbaiki Tanah	38
2.9 Pengukuran Kehilangan Tanah	39
2.9.1 Pengukuran di Lapangan	39
2.9.2 Pengukuran di Laboratorium	41
2.10 Uji Statistik	42
2.11 Hipotesa	44
BAB 3 PELAKSANAAN DAN HASIL PENGUKURAN	45

3.1 Pendahuluan	45
3.2 Kegiatan di Lapangan	45
3.3 Kegiatan di Laboratorium	48
3.3.1 Persiapan Bahan dan Alat	48
3.3.2 Pengujian dan Pengambilan Data	53
3.3.2.1 Pengukuran Intensitas Hujan	53
3.3.2.2 Menentukan Besarnya Energi Kinetik Hujan	55
3.3.2.3 Pengujian Model Fisik Pemakaian Pupuk Kandang Sapi pada Tanah Regosol Kelabu	56
3.3.2.4 Pengambilan Data Tanah Tererosi	58
3.3.2.5 Pengambilan Data Sifat Tanah	66
3.4 Analisa Data	72
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	76
4.1 Erosi Terukur	76
4.2 Menentukan Parameter Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT)	77
4.2.1 Erosifitas Hujan R	77
4.2.2 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng	81
4.2.3 Erodibilitas Tanah K	82
4.2.4 Faktor Tanaman C	83
4.2.5 Faktor Tindakan Konservasi P	83
4.3 Pembahasan	84
4.3.1 Pengaruh Kemiringan Terhadap Laju Erosi Tanah	84

4.3.2 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Laju Erosi	86
4.3.3 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Nilai Erodibilitas Tanah K	89
4.3.4 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Permeabilitas Tanah	90
4.3.5 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Kandungan Bahan Organik	91
4.3.6 Pengaruh Permeabilitas Terhadap Erodibilitas Tanah K	93
4.3.7 Pengaruh Jumlah Bahan Organik Terhadap Erodibilitas Tanah K	94
4.3.8 Pengaruh Antara Erodibilitas Tanah Pengamatan dan Erodibilitas Tanah Prediksi	95
4.3.9 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dan Tanaman Terhadap Laju Erosi	96
4.3.10 Hubungan Antara Pemakaian Pupuk, Permeabilitas, dan Erodibilitas Tanah	99
4.3.11 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik, Permeabilitas, dan Erodibilitas Tanah	100
4.3.12 Hubungan Antara Erosi, Permeabilitas, Erodibilitas,, dan Bahan Organik	101
4.4 Analisis Ekonomi	101
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	104
5.1 Kesimpulan	105

5.2 Saran	105
-----------------	-----

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
2.1	Pengaruh Jumlah dan Intensitas Hujan Terhadap Erosi	13
2.2	Klasifikasi Intensitas Hujan	13
2.3	Nilai K Untuk Beberapa Jenis Tanah di Indonesia	15
2.4	Pengaruh Kemiringan Tanah Terhadap Erosi	15
2.5	Pengaruh Macam Tanaman Terhadap Erosi	16
2.6	Kode Struktur Tanah (S) Untuk Menghitung Nilai K dengan Nomograf	21
2.7	Kode Permeabilitas Tanah (P) Untuk Menghitung Nilai K dengan Nomograf	21
2.8	Nilai M Untuk Beberapa Tekstur Tanah	21
2.9	Nilai Faktor C (pengelolaan tanaman)	26
2.10	Nilai Faktor P Untuk Berbagai Tindakan Konservasi	27
2.11	Padanan Nama Tanah Menurut Berbagai Sistem Klasifikasi	29
2.12	Kandungan Unsur Hara pada Pupuk Kandang	34
2.13	Jumlah Unsur Hara yang Terdapat pada Beberapa Bagian Tanaman	37
3.1	Pengukuran Berat Isi Tanah Asli	47
3.2	Pengukuran Kadar Air Asli	47
3.3	Pengukuran Intensitas Hujan	55
3.4	Kontrol Keseragaman	55
3.5	Pengukuran Energi Kinetik Hujan	56

3.6	Matrik Pengujian di Laboratorium	58
3.7	Data Hasil Pengukuran Erosi dan Lamanya Hujan Kondisi Tanpa Tanaman	59
3.8	Data Hasil Pengukuran Erosi dan Lamanya Hujan Kondisi dengan Tanaman Jagung	63
3.9	Permeabilitas Tanah Untuk Masing-masing Pemakaian Pupuk	71
3.10	Kandungan Bahan Organik Untuk Masing-masing Pemakaian Pupuk	72
4.1	Erosi Terukur Untuk Berbagai Kemiringan Lereng	76
4.2	Nilai Erosifitas Hujan R Hasil Pengamatan Kondisi Tanpa Tanaman	78
4.3	Nilai Erosifitas Hujan R Hasil Pengamatan Kondisi dengan Tanaman	80
4.4	Nilai LS Untuk Masing-masing Kemiringan Lereng	82
4.5	Nilai Erodibilitas Tanah K Hasil Pengamatan Untuk Berbagai Kemiringan	82
4.6	Nilai Erodibilitas Tanah K Untuk Berbagai Jumlah Pemakaian Pupuk	83
4.7	Erosi pada Variasi Pemakaian Pupuk Untuk Berbagai Kemiringan Lereng Kondisi Tanpa Tanaman	84
4.8	Erosi pada Variasi Pemakaian Pupuk Untuk Berbagai Kemiringan Lereng Kondisi dengan Tanaman Jagung	85
4.9	Erosi pada Variasi Pemakaian Pupuk Untuk Berbagai Kemiringan Lereng Kondisi Tanpa Tanaman	87
4.10	Erosi pada Variasi Pemakaian Pupuk Untuk Berbagai Kemiringan Lereng Kondisi dengan Tanaman Jagung	88

4.11	Nilai Erodibilitas Tanah K untuk Berbagai Variasi Pemakaian Pupuk Kandang Sapi	89
4.12	Erodibilitas Terukur dan Erodibilitas Prediksi	95
4.13	Erosi Tanah pada Kondisi Tanpa Tanaman dan Dengan Tanaman	97
4.14	Erosi merupakan fungsi dari permeabilitas, erodibilitas, dan bahan organik	101

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
2.1	Bagan Proses Terjadinya Erosi Oleh Air	11
2.2	Skema Persamaan USLE	18
2.3	Nomograf Erodibilitas Tanah K Weischmeier	23
2.4	Nomograf Faktor Panjang Kemiringan Lereng	24
3.1	Rainfall Simulator	50
3.2	Spray Head	51
3.3	Kontrol Panel	52
3.4	Alat Pengatur Kemiringan	53
3.5	Pengambilan Erosi Tanah untuk Kotak Sample Tanpa Tanaman	57
3.6	Pengambilan Erosi Tanah untuk Kotak Sample dengan Tanaman	58
3.7	Bagan Alir Penelitian	75
4.1	Grafik Hubungan Antara Kemiringan Lereng dan Laju Erosi Kondisi Tanpa Tanaman	85
4.2	Grafik Hubungan Antara Kemiringan Lereng dan Laju Erosi Kondisi dengan Tanaman Jagung	86
4.3	Grafik Hubungan Antara Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dan Erosi Untuk Berbagai Kemiringan Kondisi Tanpa Tanaman	87
4.4	Grafik Hubungan Antara Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dan Erosi Untuk Berbagai Kemiringan Kondisi dengan Tanaman Jagung	88

4.5	Grafik Hubungan Antara Jumlah Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dan Nilai Erodibilitas Tanah K	90
4.6	Grafik Hubungan Antara Jumlah Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dengan Permeabilitas	91
4.7	Grafik Hubungan Antara Jumlah Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dengan Bahan Organik	92
4.8	Grafik Hubungan Antara Permeabilitas dengan Erodibilitas Tanah K	93
4.9	Grafik Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik dan Erodibilitas Tanah K	94
4.10	Grafik Hubungan Antara Erodibilitas Pengamatan dan Erodibilitas Prediksi	96
4.11	Grafik Hubungan Antara Erosi dan Pemakaian Pupuk untuk Berbagai	
4.12	Kemiringan	98
4.13	Grafik Hubungan Antara Pemakaian Pupuk Kandang, Permeabilitas, dan Erodibilitas	99
4.14	Grafik Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik, Permeabilitas, dan Erodibilitas	100

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah sebagai sumber daya alam yang banyak digunakan, dapat mengalami erosi sebagai akibat dari bekerjanya gaya-gaya yang berasal dari hujan, aliran permukaan, angin dan lain sebagainya.

Faktor dasar penyebab erosi adalah pukulan air hujan dan aliran permukaan pada permukaan tanah. Kedua faktor tersebut dapat menyebabkan terlepasnya partikel dari massa tanah dan mengangkutnya keluar dari tempatnya. Erosi merupakan proses alamiah yang sukar untuk dihilangkan sama sekali atau tingkat erosinya nol, khususnya untuk lahan-lahan yang diusahakan untuk pertanian. Upaya yang dapat dilakukan adalah mengusahakan agar erosi yang terjadi masih berada di bawah ambang batas maksimum yaitu besarnya erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah.

Erosi tanah terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosive seperti aliran air dan angin. Pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak lagi cukup untuk mengangkut partikel, maka akan terjadi tahap yang ketiga yaitu pengendapan (Suripin, 2001).

Pada daerah tropika basah seperti Indonesia, hujan merupakan penyebab utama terjadinya erosi. Hujan dengan intensitas yang tinggi dan berlangsung dalam waktu yang cukup lama akan mempercepat terjadinya aliran permukaan yang mampu melepaskan partikel-partikel tanah dan mengangkutnya dari permukaan. Sebaliknya apabila intensitas

hujan rendah dan berlangsung singkat aliran permukaan yang terjadi belum tentu mampu melepaskan/mengangkut partikel-partikel tanah dari permukaan.

Pada tanah yang berlereng, air hujan yang turun akan lebih banyak menjadi aliran permukaan yang berakibat tanaman akan kekurangan air serta aliran air yang cepat dapat mengangkut partikel-partikel tanah bagian atas (*top soil*) yang umumnya subur dan membawanya ke bagian yang lebih rendah. Erosi tanah tidak hanya berpengaruh negatif pada lahan dimana terjadinya erosi, tetapi juga di daerah hilirnya dimana material sedimen diendapkan.

Basley, 1972 (dalam Suripin, 2001) mengemukakan bahwa pengaruh negatif yang terjadi ditempat terjadinya erosi adalah berupa penurunan produktifitas, kehilangan unsur hara, kualitas tanaman menurun, laju infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air berkurang dan struktur tanah menjadi rusak. Sedangkan pengaruh negatif yang terjadi di bagian hilir adalah berupa pendangkalan waduk, penyempitan saluran, terganggunya bangunan-bangunan sipil dan sebagainya.

Secara garis besar erosi dibedakan menjadi 2 macam yaitu erosi geologi (*geological erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*) (Hardjowigeno S,(1995). Erosi geologi merupakan erosi yang berjalan sangat lambat dimana jumlah tanah yang tererosi sama dengan jumlah tanah yang terbentuk dan tidak berbahaya karena terjadi dalam keseimbangan alami. Sedangkan erosi dipercepat adalah erosi yang disebabkan oleh kegiatan manusia yang mengganggu keseimbangan alam, dimana jumlah tanah yang tererosi lebih besar dari pada tanah yang terbentuk sehingga tanah di permukaan (*top soil*) menjadi berkurang.

Di Indonesia masih banyak hutan lebat yang tumbuh dengan subur tanpa dipupuk, karena di alam yang bebas dari pengaruh manusia perkembangan tanaman seimbang dengan pelapukan batu-batuan dan pelapukan sisa-sisa organisme, tetapi dengan usaha pertanian yang dilakukan manusia maka proses penghanyutan dan pencucian unsur hara yang hilang dari tanah diperbesar. Oleh karena itu tanah bekas hutan yang telah beberapa tahun diusahakan untuk berladang menjadi kurus sehingga untuk memulihkan kesuburan tanah diperlukan penambahan unsur-unsur hara yang hilang yaitu dengan cara pemupukan.

Pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam adalah pupuk yang langsung didapat dari alam misalnya fosfat alam, pupuk organik (pupuk kandang, kompos) dan sebagainya. Jumlah unsur hara dalam pupuk alam terdapat secara alami. Pupuk buatan adalah pupuk yang dibuat di pabrik dengan jenis dan kadar unsur haranya sengaja ditambahkan dalam jumlah tertentu. (Hardjowigeno, S. 1995).

Pada pemakaian pupuk buatan harus memperhatikan jenis pupuk yang akan digunakan karena tiap-tiap jenis pupuk mempunyai jumlah kandungan unsur hara, reaksi fisiologis (kemasaman), higroskopisitas, kelarutan, dan kecepatan bekerjanya yang berbeda-beda. Oleh karena itu jumlah dan jenis pupuk yang diberikan berbeda-beda untuk tiap jenis tanaman atau jenis tanah. (Hardjowigeno, S. 1995). Pemakaian pupuk buatan yang kurang tepat dapat berdampak negatif bagi tanaman maupun tanah. Dampak negatif bagi tanah diantaranya adalah berkurangnya kemampuan tanah menyimpan air, menurunkan daya infiltrasi tanah, meningkatkan kemasaman tanah. Dampak negatif bagi tanaman diantaranya adalah mudah terserang hama/penyakit, daun keriting, pemasakan buah lebih cepat dan lain sebagainya.

Pemakaian pupuk kandang disamping dapat menambah tingkat kesuburan tanah juga dapat meningkatkan sifat fisik tanah seperti memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air, meningkatkan infiltrasi.(Rauf,A.1993). Dengan alasan inilah maka perlu dilakukan penelitian pengaruh pemakaian pupuk kandang khususnya pupuk kandang sapi terhadap erosi lahan.

Tanah regosol mempunyai kandungan lempung (*clay*) 15,81%, debu (*silt*) 13,92%, dan pasir (*sand*) 70,29% (Purwono,B. 1996). Untuk mengetahui tingkat kepekaan terhadap erosi bisa diketahui dari besarnya nilai perbandingan dispersi tanah (NPD) yaitu perbandingan persentase debu lempung actual dengan debu lempung total. Pada tanah regosol persentase debu lempung actual 5,74% sedangkan persentase debu lempung total 29,73%, sehingga nilai perbandingan dispersi tanah NPD didapat sebesar 19,31%.(Purwono,B.1996). Dari NPD sebesar 19,31%, kepekaan erosi 0,11 – 0,20 maka tanah regosol termasuk dalam klas kepekaan erosi rendah.

Secara umum kandungan bahan organik tanah regosol 1,38%(Purwono,B.1996), kandungan N, P, K juga rendah sehingga penggunaan tanah ini jika digunakan untuk tanah pertanian sangat terbatas atau dengan kata lain tidak akan memberikan hasil panen yang maksimal. Untuk mengatasi keterbatasan ini dan menambah bahan organik serta unsur N, P, K yang sangat dibutuhkan oleh tanaman agar didapatkan hasil panen yang maksimal, maka pada tanah regosol kelabu perlu dilakukan pemupukan. Dalam penelitian ini pupuk yang digunakan pupuk kandang sapi dengan alasan jenis pupuk ini mudah didapatkan karena sebagian besar penduduk di lokasi studi disamping bertani juga beternak sapi. Kalau dilihat dari kandungan unsur hara yang ada pada pupuk kandang sapi yaitu N = 0,29 %, P = 0,17 %, dan K = 0,35 % diharapkan dapat menambah unsur

luar yang ada pada tanah regosol sehingga jenis tanah ini dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Jumlah pupuk kandang sapi yang diberikan diharapkan dapat meningkatkan kesuburan dan perbaikan tanah yang pada akhirnya dapat memperkecil besarnya erosi yang dihasilkan.

Sejauh ini penelitian mengenai pengaruh pemakaian pupuk kandang sapi pada jenis tanah tertentu terhadap laju erosi masih belum banyak dilakukan. Untuk itu diperlukan penelitian tentang pengaruh pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu terhadap erosi dengan menggunakan model fisik di laboratorium.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dapat dikemukakan pada penelitian ini adalah :

- Jenis tanah regosol kelabu mempunyai kandungan bahan organik rendah dan untuk meningkatkannya perlu ditambahkan pupuk kandang sapi.
- Pengaruh yang dapat ditimbulkan oleh pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu terhadap erosi.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini tanah dan pupuk kandang sapi diambil dari daerah Jatinom Kabupaten Klaten dengan pertimbangan di daerah ini banyak dijumpai jenis tanah regosol kelabu serta sebagian besar masyarakatnya disamping bertani juga beternak sapi, baik sapi miliknya sendiri maupun dengan sistem bagi hasil.

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat simulasi hujan (*rainfall simulator*). Kondisi fisik lahan seperti jenis dan kepadatan tanah, perlakuan

terhadap tanah dan kemiringan disimulasikan berdasarkan keadaan yang diinginkan. Keuntungan yang didapat pada percobaan di laboratorium adalah dimungkinkannya dilakukan pengamatan secara detail mekanisme dan proses terjadinya erosi. Percobaan di laboratorium juga tidak tergantung pada kejadian hujan alami dan dapat diterapkan untuk segala macam jenis tanah.

Variasi penambahan pupuk kandang yang digunakan adalah 0 kg/m^2 , 1 kg/m^2 , 2 kg/m^2 , 3 kg/m^2 , 4 kg/m^2 , 5 kg/m^2 , dan 6 kg/m^2 atau bila dinyatakan dalam prosentase dengan volume tanah $100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ dan berat isi tanah $1,25 \text{ ton/m}^3$ sebagai berikut 0%, 0,8%, 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4%, dan 4,8%. Variasi pemakaian pupuk kandang ini diambil 3 variasi di bawah pemakaian normal yaitu 30 ton/ha (3 kg/m^2) dan 3 variasi di atas pemakaian normal, dengan harapan akan didapatkan suatu nilai yang optimal. Intensitas hujan yang digunakan adalah 50 mm/jam (termasuk dalam kategori hujan lebat), dengan pertimbangan bahwa dalam kondisi hujan lebat merupakan kondisi yang sangat memungkinkan untuk terjadinya erosi. Sedangkan kemiringan yang digunakan adalah 5° , 10° , 15° . Pemberian tanaman jagung pada sample uji dimaksudkan sebagai pembanding untuk mengetahui apakah pemberian pupuk kandang sapi berpengaruh langsung pada erosi atau berpengaruh pada kesuburan tanaman.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap laju erosi pada tanah regosol kelabu untuk berbagai kemiringan lahan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan masukan dan pertimbangan bagi para pengambil keputusan di Pemerintahan Daerah khususnya Pemerintah Daerah Kabupaten Klaten dalam menentukan kebijakan-kebijakan dibidang konservasi lahan, serta dapat digunakan sebagai acuan bagi peneliti berikutnya yang mengkaji tentang erosi.

1.6 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan parameter-parameter pendugaan erosi yang dikemukakan oleh Weismacher yang dikenal dengan formula USLE yang menyatakan bahwa $A = R.K.LS.C.P$. Dari parameter-parameter tersebut yang perlu dicari adalah erosifitas hujan R, erodibilitas tanah K, dan faktor panjang dan kemiringan lereng LS, sedangkan untuk faktor konservasi P diasumsikan sama dengan satu.

Untuk mencari parameter-parameter yang dibutuhkan tersebut diperlukan pengukuran parameter-parameter pendukung lainnya seperti : (1) Untuk menentukan erosifitas hujan R diperlukan pengukuran intensitas hujan, diameter butir hujan, distribusi butir hujan, energi kinetik hujan, dan kedalaman hujan. (2) Untuk menentukan faktor panjang dan kemiringan lereng LS diperlukan pengukuran panjang lereng, dan sudut kemiringan lereng. (3) Untuk mendapatkan nilai erodibilitas tanah K diperlukan pengukuran struktur/tekstur tanah, gradasi butiran tanah, permeabilitas tanah, dan kandungan bahan organik tanah.

Pengukuran parameter yang diperlukan tersebut dilakukan di laboratorium. Untuk parameter yang berkaitan dengan hujan dilakukan dengan alat *rainfall simulator* seperti

diameter butir hujan, distribusi butir hujan, intensitas hujan. Sedangkan untuk parameter tanah dilakukan pengukuran di laboratorium mekanika tanah seperti analisa ayak, permeabilitas, dan kadar organik

Setelah parameter-parameter yang dibutuhkan didapat langkah berikutnya adalah analisis data. Untuk keperluan analisis data ini digunakan analisis regresi linier dan non linier yang terdapat dalam perangkat lunak Microsoft excel 2000.

1.7 Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini penulisan disajikan dengan sistematika sebagai berikut :

BAB 1 Pendahuluan

Dalam bab ini berisikan tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini berisikan tentang teori-teori yang dijadikan dasar dalam pembahasan dan penganalisisan masalah, beberapa definisi dari studi literatur yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB 3 Pelaksanaan dan Hasil Pengukuran

Dalam bab ini berisikan tentang alur pikir penelitian, prosedur pelaksanaan, teknik pengambilan data, dan data yang dihasilkan.

BAB 4 Analisa dan Pembahasan

Dalam bab ini berisikan tentang data-data hasil pengamatan lapangan dan laboratorium, hasil-hasil perhitungan, analisa dari data dan perhitungan yang dihasilkan, dan grafik-grafik dari hasil analisa.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan yang dapat dihasilkan dari penelitian ini dan saran-saran yang diperlukan untuk keperluan perbaikan penelitian ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

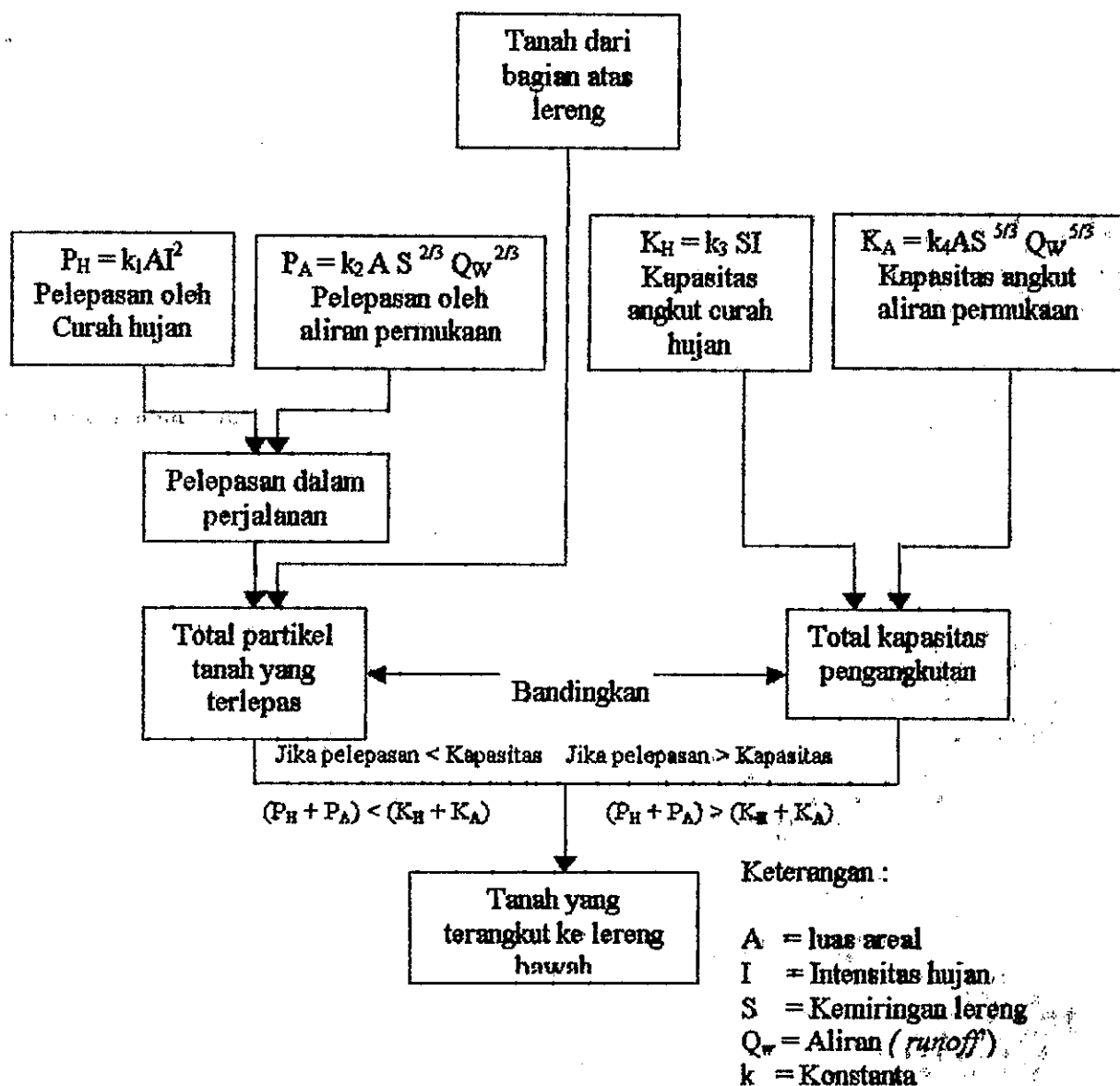
Erosi tanah terjadi melalui tiga tahap, yaitu tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah dan tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin. Pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak lagi cukup untuk mengangkut partikel, maka akan terjadi tahap yang ketiga yaitu pengendapan. (Suripin, 2001).

Percikan air hujan merupakan media utama pelepasan partikel tanah. Partikel-partikel tanah yang terlepas ini akan menyumbat pori-pori tanah sehingga akan menurunkan kapasitas dan laju infiltrasi. Pada kondisi dimana intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi genangan air di permukaan tanah, yang kemudian akan menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan ini menyediakan energi untuk mengangkut partikel-partikel yang terlepas baik oleh percikan air hujan maupun oleh adanya aliran permukaan itu sendiri. Pada saat energi/aliran permukaan menurun dan tidak mampu lagi mengangkut partikel tanah yang terlepas, maka partikel tanah tersebut akan diendapkan.

Meyer dan Weischmeier, 1969 (dalam Hardjowigeno, S 1995) menyatakan bahwa untuk dapat terjadi erosi, tanah harus dihancurkan dulu oleh curah hujan dan aliran permukaan. Setelah tanah dihancurkan baru siap untuk diangkut ke tempat lain juga oleh hujan dan aliran permukaan.

Gambar 2.1 di bawah menunjukkan bahwa pada suatu lereng terdapat input bahan-bahan tanah yang dapat dierosikan yang berasal dari lereng atas serta penghancuran tanah

ditempat tersebut oleh pukulan curah hujan dan pengikisan aliran permukaan. Disamping itu terdapat output akibat pengangkutan tanah oleh curahan air hujan dan aliran permukaan. Bila total daya angkut dari air tersebut lebih besar dari tanah yang tersedia untuk diangkut, maka akan terjadi erosi. Sebaliknya bila total daya angkut lebih kecil dari total tanah yang dihancurkan akan terjadi pengendapan di bagian lereng tersebut.



Gambar 2.1 Bagan Proses terjadinya erosi oleh air. (Meyer dan Welschmeier, 1969 (dalam Suripin, 2001))

2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Erosi

Hardjowigeno, S.(1995) menyatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya erosi adalah : (1) curah hujan, (2) sifat-sifat tanah, (3) lereng, (4) vegetasi, (5) manusia.

2.2.1 Curah Hujan

Untuk di Indonesia yang beriklim tropis hujan merupakan faktor yang paling penting. Hujan memainkan peranan dalam erosi tanah melalui tenaga penglepasan dari pukulan butir-butir hujan pada permukaan tanah dan sebagian melalui kontribusinya terhadap aliran. Karakteristik hujan yang mempunyai pengaruh terhadap erosi tanah meliputi : (1) jumlah hujan, yang menunjukkan banyaknya air hujan selama terjadinya hujan dalam kurun waktu satu bulan atau satu tahun, (2) intensitas hujan, yang menunjukkan banyaknya curah hujan persatuan waktu dan dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam, (3) distribusi hujan, yang menunjukkan penyebaran waktu terjadinya hujan. Dari ketiga karakteristik hujan tersebut yang terbesar pengaruhnya terhadap erosi tanah adalah intensitas hujan. Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujannya hanya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi.

Pada Tabel 2.1. di bawah ini diperlihatkan pengaruh jumlah dan intensitas hujan terhadap erosi.

Tabel 2.1 Pengaruh Jumlah dan Intensitas Hujan Terhadap Erosi

Jumlah hujan (mm)	Intenstas maksimum (mm/jam/10 menit)	Waktu hujan	Besarnya erosi (ton/ha)
8,5	7,5	30 jam	1
47,5	70	1 jam + 52 menit	12,8
22,5	87,5	15 menit	5,5

Sumber : Bayer dalam Mulyani,M. dan Kartasapoetra,A.G. (1991)

Pada Tabel 2.2 di bawah ini disajikan klasifikasi dari intensitas hujan.

Tabel 2.2 Klasifikasi Intensitas Hujan

Intensitas Hujan (mm/jam)	Klasifikasi
6,25	kecil
6,25 - 12,50	sedang
12,50 - 50,00	lebat
> 50,00	sangat lebat

Sumber : Arsyad,S. dalam Mulyani,M. dan Kartasapoetra,A.G. (1991)

2.2.2 Sifat-sifat Tanah

Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan tanah terhadap erosi adalah tekstur tanah, bentuk dan kemantapan struktur tanah, daya infiltrasi atau permeabilitas tanah, dan kandungan bahan organik. Tanah dengan tekstur kasar seperti pasir tahan terhadap erosi karena untuk mengangkat butir-butir yang besar diperlukan energi yang besar pula. Demikian pula dengan tanah bertekstur halus seperti liat tahan terhadap erosi karena daya kohesinya yang kuat sehingga gumpalan-gumpalannya sukar untuk dihancurkan. Tekstur tanah yang paling peka terhadap erosi adalah debu dan pasir sangat halus. Oleh karena itu, makin tinggi kandungan debu dalam tanah, maka tanah akan makin peka terhadap erosi.

Bentuk struktur tanah yang bulat (granular, remah, gumpal membulat), menghasilkan tanah dengan porositas tinggi sehingga air mudah meresap ke dalam tanah dan aliran permukaan menjadi kecil sehingga erosi menjadi kecil. Pada struktur tanah yang mantap tidak akan mudah hancur oleh pukulan-pukulan air hujan, yang pada akhirnya membuat tanah tahan terhadap erosi. Sebaliknya pada struktur tanah yang tidak mantap, sangat mudah hancur menjadi butiran halus jika terkena pukulan air hujan yang akhirnya menyumbat pori-pori tanah yang berakibat aliran permukaan meningkat sehingga erosi juga meningkat.

Daya infiltrasi tanah yang besar, menunjukkan air mudah meresap ke dalam tanah sehingga aliran permukaan kecil yang berakibat pada mengecilnya jumlah erosi. Daya infiltrasi tanah dipengaruhi oleh porositas dan kemantapan struktur tanah. Kandungan bahan organik dalam tanah akan menentukan kepekaan tanah terhadap erosi karena bahan organik mempengaruhi kemantapan struktur tanah. Tanah yang cukup mengandung bahan organik umumnya mempunyai struktur tanah yang mantap sehingga tahan terhadap erosi. Tanah dengan kandungan bahan organik kurang dari 2% umumnya peka terhadap erosi (Morgan, 1979 dalam Hardjowigeno, S. 1995).

Indeks kepekaan tanah terhadap erosi atau erodibilitas tanah (K) merupakan jumlah tanah yang hilang rata-rata setiap tahun per satuan indeks daya erosi hujan pada sebidang tanah tanpa tanaman. Makin tinggi nilai K, tanah makin peka terhadap erosi. (Hardjowigeno, 1995).

Tabel 2. 3 Nilai K untuk beberapa jenis tanah di Indonesia

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1	Latosol (Inceptisol, Oxic sub group) Darmaga, bahan induk vulkanik	0,02
2	Mediteran Merah Kuning (Alfisol) Cicalengka, bahan induk vulkanik	0,05
3	Mediteran (Alfisol) Wonosari, bahan induk breksi dan batuan liat	0,21
4	Podsolik Merah Kuning (Ultisol) Jonggol, bahan induk batuan liat	0,15
5	Regosol (Inceptisol) Sertolo, bahan induk batuan liat	0,11
6	Grumusol (Vertisol) Blitar, bahan induk serpih (shale)	0,24

Sumber : Arsyad, S. dalam Hardjowigeno, S. (1995)

2.2.3 Lereng

Lereng yang semakin curam atau panjang akan meningkatkan besarnya erosi. Jika lereng semakin curam maka kecepatan aliran permukaan meningkat sehingga kapasitas daya angkut meningkat. Lereng yang semakin panjang, berarti volume air yang mengalir semakin besar. Sehingga kecepatan aliran juga semakin besar dan benda yang bisa diangkut akan lebih banyak. Pada Tabel 2.4 diperlihatkan pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi dari hasil penelitian dengan curah hujan 500mm dan lama hujan 164 jam.

Tabel 2.4 Pengaruh Kemiringan Tanah Terhadap Erosi (curah hujan 500 mm, lamanya 164 jam)

Kemiringan tanah (%)	Erosi (ton/ha)
5	33,25
10	100,25
15	167,75
20	228,25

Sumber : Mulyani, M. dan Kartasapoetra, A.G. (1991)

Pada Tabel 2.4. memperlihatkan bahwa secara umum erosi tanah akan semakin besar dengan meningkatnya kemiringan suatu lereng. Hal ini bisa dilihat bahwa untuk kemiringan 5% erosi yang terjadi 33,25 ton/ha, demikian dengan kemiringan 10% erosi yang terjadi 100,25 ton/ha, demikian seterusnya. Kecenderungan seperti ini akan terjadi untuk setiap jenis tanah.

2.2.4 Vegetasi

Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah menghalangi air hujan agar tidak langsung jatuh di permukaan tanah sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah berkurang, menghambat aliran permukaan dan memperbanyak air meresap ke dalam tanah. Pada tabel 2.5 diperlihatkan pengaruh macam tanaman terhadap erosi dari hasil penelitian yang dilakukan selama 100 hari di Jonggol.

Tabel 2.5 Pengaruh macam tanaman terhadap erosi
(Hasil Penelitian 100 hari di daerah Jonggol)

Macam Tanaman	Erosi (ton/ha)
Tanpa tanaman (gundul)	91,95
Centrosema	28,87
Kacang tanah	21,07

Sumber : LPT-Bogor, 1975 (dalam Mulyani, M dan Kartasapoetra, A.G. 1991)

2.2.5 Manusia

Kegiatan manusia merupakan salah satu faktor paling penting terhadap terjadinya erosi tanah. Kegiatan-kegiatan tersebut kebanyakan berkaitan dengan perubahan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi, misalnya perubahan penutup tanah akibat penggundulan/pembabatan hutan untuk pemukiman, lahan pertanian, dan gembalaan.

Pembuatan teras-teras pada tanah yang berlereng curam merupakan pengaruh baik manusia karena dapat mengurangi erosi. Sebaliknya penggundulan hutan di daerah-daerah pegunungan merupakan pengaruh manusia yang jelek karena dapat menyebabkan erosi dan banjir.

2.3 Prediksi Kehilangan Tanah.

Formula yang seringkali dipakai untuk memprediksi laju erosi lahan adalah formula yang dikenal dengan Universal Soil Loss Equation (USLE). Formula ini memungkinkan untuk memprediksi laju erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam jenis tanah dan tindakan konservasi lahan.

Formula USLE menyatakan :

$$A = R . K . L S . C . P \dots\dots\dots (2.1)$$

keterangan :

A = Jumlah tanah tererosi rata-rata setiap tahun (ton/ha)

R = Faktor erosivitas hujan (KJ/ha)

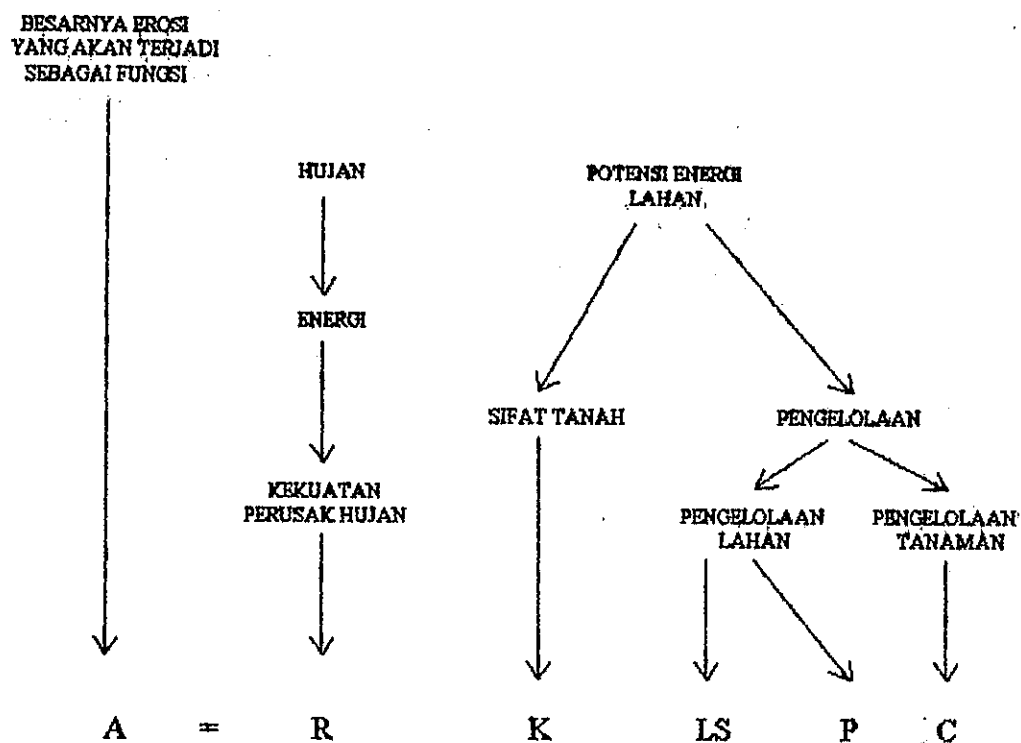
K = Faktor erodibilitas tanah (ton/KJ)

LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng

C = Faktor vegetasi tanaman penutup

P = Faktor usaha-usaha tindakan konservasi (pengendalian erosi)

Formula USLE di atas dapat digambarkan secara skematis seperti Gambar 2.2



Gambar 2.2 Skema persamaan USLE oleh Arsyad, 1989 (dalam Suripin, 2001).

2.3.1 Faktor Erosivitas Hujan (R)

Faktor erosivitas hujan (R), didefinisikan sebagai jumlah satuan indeks erosi hujan

Nilai R yang merupakan daya rusak hujan dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$R = E h \quad \dots\dots\dots(2.2)$$

keterangan : R = Erosivitas hujan [J/m²]

E = Energi kinetik [J/m²/mm]

h = kedalaman hujan [mm], tergantung lamanya hujan

Disamping intensitas hujan, faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai erosivitas hujan adalah besarnya energi kinetik hujan. Energi kinetik hujan dapat menyebabkan hancurnya butiran tanah sehingga mempermudah pengangkutan bila terjadi

aliran permukaan. Hudson, 1985 (dalam Suripin, 2001) menyatakan bahwa besarnya energi kinetik hujan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots (2.3)$$

keterangan :

E = energi kinetik (joule)

m = massa (kg)

v = kecepatan jatuh butiran hujan (m/detik)

Besarnya energi kinetik hujan dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$E = 11,87 + 8,73.\log I \dots\dots\dots (2.4)$$

keterangan :

E = energi kinetik (joule/m²/mm)

I = intensitas hujan (mm/jam)

2.3.2 Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Besarnya faktor erodibilitas tanah ditentukan oleh beberapa parameter antara lain tekstur tanah, kandungan bahan organik, struktur dan permeabilitas tanah. Pada umumnya tanah pasir memiliki faktor erodibilitas tanah kecil, tanah lempungan memiliki faktor erodibilitas tanah menengah sedang tanah lanauan memiliki faktor erodibilitas tanah terbesar. Young et.al, 1990 (dalam Suripin, 2001) menyatakan bahwa erodibilitas tanah merupakan sifat tanah yang dinamis, yang bervariasi terhadap waktu, kelengkapan tanah, suhu, pengolahan tanah, dan faktor biologi/kimia. Faktor yang

mempunyai pengaruh besar terhadap variasi erodibilitas tanah adalah suhu tanah, tekstur tanah, dan kelengasan tanah.

Untuk kepentingan praktis, maka nilai K dapat diestimasi dengan nomografi yang dikembangkan oleh Weischmeier, et.al, 1971 (dalam Morgan, 1988; Selbe, 1993; dan Suripin, 2001) sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 2.3, atau dengan menggunakan persamaan berikut :

$$K = \left\{ 2,713 \times 10^{-4} (12 - O) M^{1,14} + 3,25 (S - 2) + 2,5 \frac{(P - 3)}{100} \right\} \dots\dots\dots (2.5)$$

keterangan :

K = erodibilitas tanah (ton/KJ)

M = persentase pasir sangat halus dan debu

O = persentase bahan organik

S = kode struktur tanah yang digunakan dalam klasifikasi tanah

P = klas permeabilitas tanah.

Nomograf maupun persamaan 2.5 dapat diterapkan untuk memperkirakan nilai K jika ada data distribusi butiran (tekstur) tanah, kandungan bahan organik, struktur tanah, dan permeabilitas tanah diketahui. Tekstur tanah meliputi persentase kandungan pasir (0,1 – 2,0 mm), persentasi pasir sangat halus (0,05 – 0,1 mm), persentase debu (0,002 – 0,05 mm), dan persentase tanah liat (<0,002 mm).

Nilai Erodibilitas tanah dengan anggapan nilai C dan P sama dengan 1 dapat juga dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{A}{R.LS} \dots\dots\dots (2.6)$$

keterangan : K = Erodibilitas tanah [gr/joule]

$A = \text{Erosi [gram/m}^2 \text{]}$

$R = \text{Erosivitas hujan [joule/m}^2 \text{]}$

$LS = \text{Faktor panjang dan kemiringan lereng [tanpa satuan]}$

Tabel 2.6 Kode struktur tanah (S) untuk menghitung nilai K dengan Nomograf

Kelas struktur tanah	Kode
Granuler sangat halus (< 1 mm)	1
Granuler halus (1 sampai 2 mm)	2
Granuler sedang sampai kasar (2 sampai 10 mm)	3
Berbentuk blok, blocky, plat, masif	4

Sumber : Suripin, (2001)

Tabel 2.7 Kode permeabilitas tanah (P) untuk menghitung nilai K dengan Nomograf

Kelas permeabilitas	Kecepatan (cm/jam)	Kode
Sangat lambat	< 0,5	6
Lambat	0,5 - 2,0	5
Lambat sampai sedang	2,0 - 6,3	4
Sedang	6,3 - 12,7	3
Sedang sampai cepat	12,7 - 25,4	2
Cepat	> 25,4	1

Sumber : Suripin, (2001)

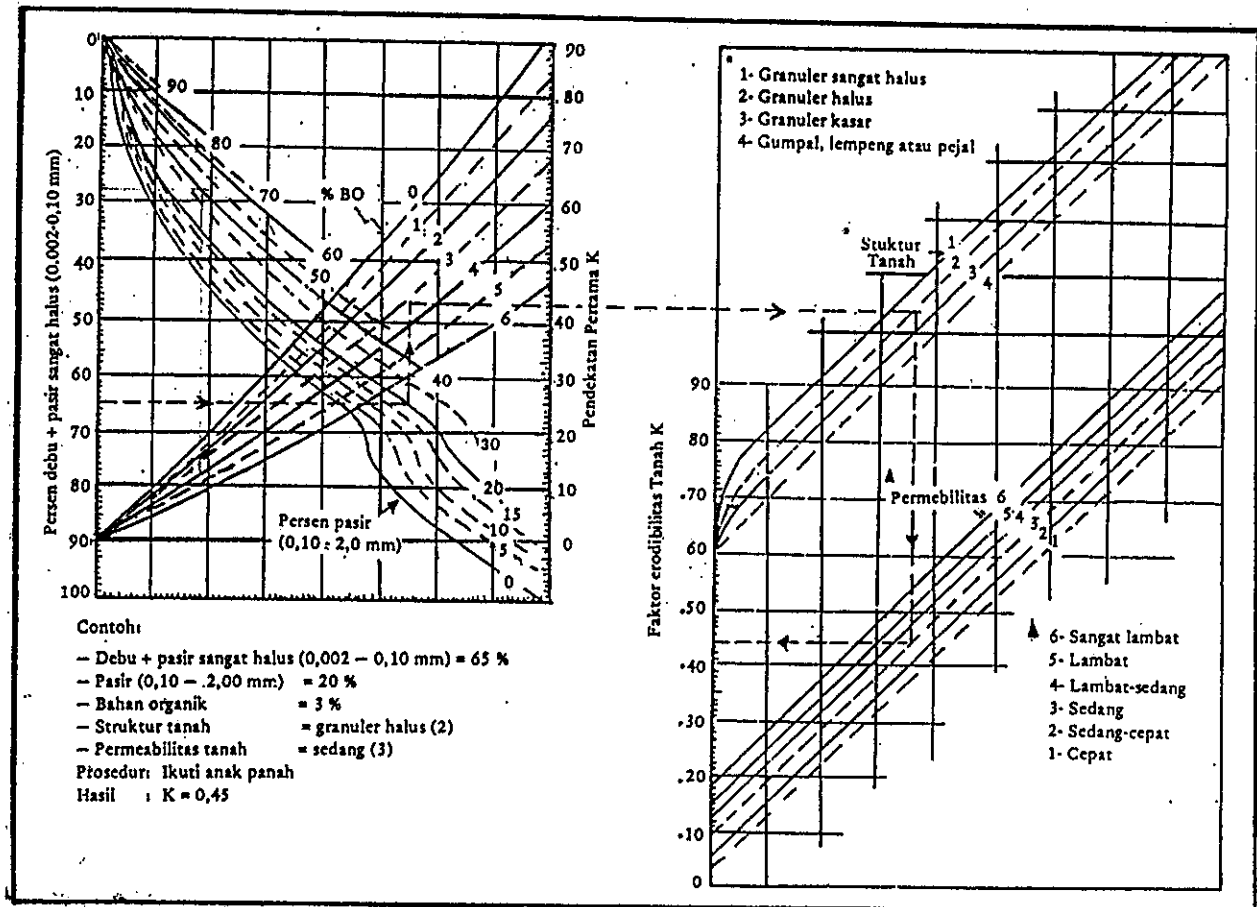
Tabel 2.8 Nilai M untuk beberapa tekstur tanah

Kelas tekstur tanah	Nilai M	Kelas tekstur tanah	Nilai M
Lempung berat	210	Pasir geluh	1245
Lempung sedang	750	Geluh berlempung	3770
Lempung pasir	1213	Geluh pasir	4005
Lempung ringan	1885	Geluh	1390
Geluh lempung	2160	Geluh liat	6330
Pasir lempung liat	2830	Liat	8245
Geluh lempungan	2830	Campuran merata	4000
Pasir	3035		

Sumber : Suripin, (2001)

Langkah-langkah penggunaan Nomograf gambar 2.3 secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Data yang sesuai , masukkan pada skala di sebelah kiri yang menyatakan persentase kandungan debu + pasir sangat halus.
- Bergerak kekanan sampai memotong garis yang menyatakan persentase pasir.
- Bergerak lagi kebawah sampai memotong garis yang menyatakan persentase kandungan bahan organik.
- Bergerak terus kekanan hingga memotong skala garis yang menyatakan nilai perkiraan pertama K.
- Bergerak terus kekanan sampai memotong garis yang menyatakan kode struktur tanah.
- Bergerak terus kebawah sampai memotong garis yang menyatakan kode permeabilitas tanah.
- Bergerak lagi kekiri sehingga memotong garis skala yang menyatakan besarnya faktor erodibilitas tanah (K).



Gambar 2.3 Nomograf erodibilitas tanah K Weischmeier, et.al,1971(dalam Suripin, 2001)

2.3.3 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Faktor LS merupakan kombinasi antara faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) adalah nisbah besarnya erosi dari suatu lereng dengan panjang dan kemiringan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan dengan panjang 22,13 m dan kemiringan 9%.

Faktor kemiringan dan panjang lereng akan makin besar pada lereng yang lebih panjang dan terjal, sebaliknya faktor tersebut akan lebih kecil pada lereng yang lebih pendek dan landai. Untuk menentukan besarnya faktor panjang dan kemiringan lereng

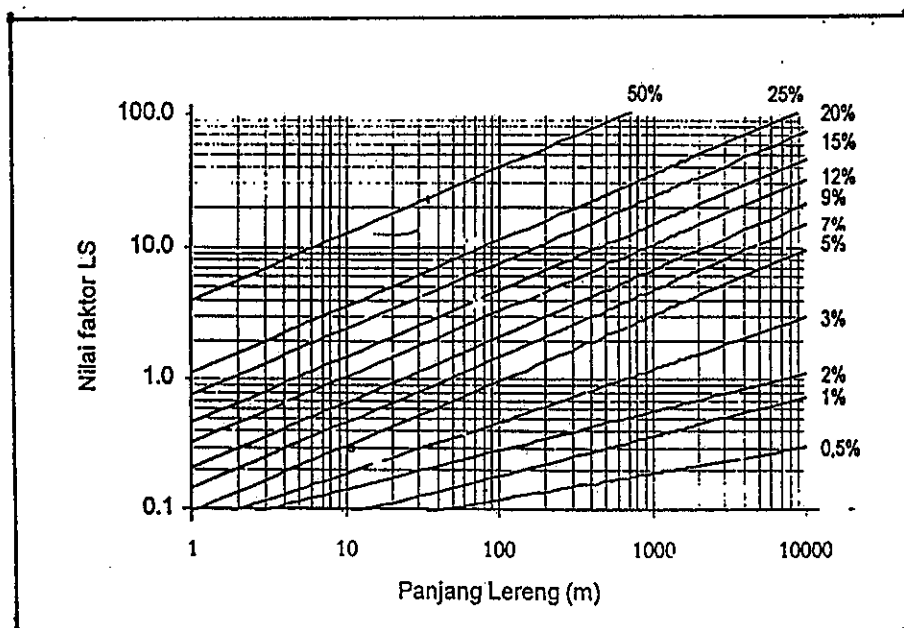
dapat dihitung dengan persamaan yang disampaikan oleh Weismöier dan Smith, 1978 (dalam Morgan, 1988; Torri, 1996; dan Suripin, 2001) sebagai berikut :

$$LS = \left[\frac{x}{22,13} \right]^m \cdot (0,065 + 0,045 \cdot S + 0,0065 \cdot S^2) \dots\dots\dots (2.7)$$

keterangan :

- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng
- x = panjang lereng, (m)
- S = kemiringan lereng (%)
- m = konstanta yang besarnya tergantung besarnya S.

Nilai LS dapat juga diperoleh dengan menggunakan Nomograf seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Nomograf faktor panjang-kemiringan lereng (LS)

2.3.4 Faktor Vegetasi Tanaman Penutup (C)

Faktor penutupan tanah dan pengolahan lahan merupakan faktor yang cukup berpengaruh terhadap laju erosi tanah, tumbuhan yang menutup tanah akan menghambat jatuhnya air hujan di atas tanah. Air hujan tidak akan langsung jatuh di atas tanah tetapi akan jatuh di atas daun kemudian menetes ke bawah atau menyusur ranting dan batang pohon sampai mencapai tanah. Karena kecepatan jatuh air hujan kecil maka butir-butir tanah tidak mudah terlepas dari permukaan. Selain itu aliran air tanah tidak mampu mengangkut butir-butir tanah karena akar tanaman mengikat butir-butir tanah.

Faktor C menggambarkan nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan tanaman tertentu dan pengelolaan tertentu terhadap besarnya erosi tanah yang tidak ditanami. Faktor ini mengukur kombinasi pengaruh tanaman dan pengelolaannya. Variabel yang berpengaruh dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu variabel alami dan variabel yang dipengaruhi oleh sistem pengelolaan. Kelompok variabel alami terutama adalah iklim dan fase pertumbuhan tanaman. Kelompok variabel yang dipengaruhi oleh sistem pengelolaan adalah tajuk tanaman, mulsa sisa-sisa tanaman, sisa-sisa tanaman yang ditanamkan ke dalam tanah, pengolahan tanah. Setiap variabel tersebut dapat menjadi sub faktor yang mempunyai pengaruh sendiri-sendiri yang nilainya dapat diperoleh dari nisbah antara besarnya erosi dibawah variabel-variabel tersebut terhadap besarnya erosi tanpa variabel tersebut. Nilai faktor C merupakan perkalian dari semua sub faktor tersebut.

Tabel 2.9 Nilai faktor C (pengelolaan tanaman)

No.	Macam penggunaan lahan	Nilai C
1	Tanah terbuka, tanpa tanaman	1,0
2	Hutan atau semak belukar	0,001
3	Savannah dan prairie dalam kondisi baik	0,01
4	Savannah dan prairie yang rusak untuk gembalaan	0,1
5	Sawah	0,01
6	Tegalan tidak dispesifikasi	0,7
7	Ubi kayu	0,8
8	Jagung	0,7
9	Kedelai	0,309
10	Kentang	0,4
11	Kacang tanah	0,2
12	Padi gogo	0,581
13	Tebu	0,2
14	Pisang	0,8
15	Akar wangi (seres wangi)	0,4
16	Rumput bede (tahun pertama)	0,287
17	Rumput bede (tahun kedua)	0,002
18	Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2
19	Talas	0,85
20	Kebun campuran	Kerapatan tinggi
		Kerapatan sedang
		Kerapatan rendah
21	Perladangan	0,4
22	Hutan alam	Serasah banyak
		Serasah sedikit
23	Hutan produksi	Tebang habis
		Tebang pilih
24	Semak belukar, padang rumput	0,3
25	Ubi kayu + kedelai	0,181
26	Ubi kayu + kacang tanah	0,195
27	Padi-Shorgum	0,345
28	Padi-kedelai	0,417
29	Kacang tanah+gude	0,485
30	Kacang tanah+kacang tunggak	0,571
31	Kacang tanah+mulsa jerami 4t/ha	0,049
32	Padi + mulsa jerami 4t/ha	0,096
33	Kacang tanah + mulsa jagung 4t/ha	0,128
34	Kacang tanah + mulsa crotalaria 3t/ha	0,136
35	Kacang tanah + mulsa kacang tunggak	0,250
36	Kacang tanah + mulsa jerami 2t/ha	0,377
37	Padi + mulsa crotalaria 3t/ha	0,387
38	Pola tanaman tumpang gilir + mulsa jerami	0,079
39	Pola tanaman berurutan + mulsa sisa tanaman	0,357
40	Alang-alang murni subur	0,001
41	Padang rumput (stepa) dan savana	0,001
42	Rumput brachiaria	0,002

2.3.5 Faktor Pengendalian Erosi (P)

Nilai faktor pengendalian erosi (P) adalah nisbah antara besarnya erosi dari lahan dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi pada lahan tanpa tindakan konservasi. Termasuk dalam tindakan konservasi tanah adalah penanaman dalam strip, pengolahan tanah menurut kontur, guludan dan terras. Nilai dasar P adalah satu yang diberikan untuk lahan tanpa tindakan konservasi.

Efektifitas tindakan konservasi dalam mengendalikan erosi tergantung pada panjang dan kemiringan lereng. Morgan, 1988 (dalam Suripin, 2001) menyatakan bahwa pencangkulan, dan penanaman searah kontur dapat mengurangi erosi tanah pada lahan miring sampai 50% dibandingkan dengan penanaman ke arah atas-bawah. Selanjutnya tanah yang hilang pada strip kontur mengalami penurunan 25 – 40% dibandingkan pada lahan yang ditanami kearah atas-bawah, bergantung pada kemiringan lereng.

Tabel 2.10 Nilai faktor P untuk berbagai tindakan konservasi

No.	Tindakan khusus konservasi tanah		Nilai P
1	Tanpa tindakan pengendalian erosi		1,00
2	Terras bangku	Konstruksi baik	0,04
		Konstruksi sedang	0,15
		Konstruksi kurang baik	0,35
		Terras tradisional	0,40
3	Strip tanaman	Rumput Bahja	0,40
		Clotararia	0,64
		Dengan kontur	0,20
4	Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur	Kemiringan 0 - 8 %	0,50
		Kemiringan 8 - 20 %	0,75
		Kemiringan > 20 %	0,90

Sumber : Arsyad,S. dan Seto, A.K. (dalam Suripin, 2001)

2.3.6 Erosi yang Diijinkan

Besarnya erosi yang diijinkan yaitu merupakan besarnya erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah. Berdasarkan penelitian para ahli tanah, pembentukan lapisan atas tanah setebal 25 mm memerlukan waktu 30 tahun apabila dilakukan pengelolaan tanah dengan baik dan diberi penambahan bahan organik. Pembentukan tanah setebal 25mm dalam 30 tahun setara dengan 10 ton/ha/tahun. Sehingga secara umum dapat dianggap bahwa apabila besarnya erosi khususnya untuk lahan pertanian masih lebih kecil dari 10 ton/ha/tahun, maka erosi masih dapat dibiarkan selama pengolahan tanah dan penambahan bahan organik terus dilakukan.

2.4. Klasifikasi Tanah

Ada berbagai macam sistem klasifikasi tanah di dunia ini, karena banyak negara menggunakan sistem klasifikasi tanah yang dikembangkannya sendiri. Di Indonesia saat ini dikenal ada tiga macam sistem klasifikasi tanah yang dipakai yaitu sistem PPTB (Pusat Penelitian Tanah Bogor), FAO/UNESCO, dan SCS-USDA.

Sistem klasifikasi tanah yang berasal dari PPTB dan telah banyak dikenal di Indonesia adalah sistem Dudal-Soeprtohardjo, 1957 (dalam Suripin, 2001). Sistem ini telah mengalami modifikasi dan penyempurnaan, terutama dengan dikenalnya sistem FAO/UNESCO dan sistem USDA. Pada tabel 2.1 menunjukkan padanan nama-nama tanah menurut Dudal Soeprtohardjo (1957), PPTB (1982), FAO/UNESCO (1974), dan USDA (1975).

Tabel 2.11 Padanan Nama Tanah Menurut berbagai Sistem Klasifikasi

No.	Sistem Dudal Soepraptohardjo 1957	Modifikasi PPTB 1982	FAO/ UNESCO 1974	USDA 1975
1	Tanah Aluvial	Tanah Aluvial	Fluvisol	Entisol/Inceptisol
2	Andosol/Brown Podsolik	Andosol	Andosol	Inceptisol
3	Brown Forest Soil	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
4	Grumusol	Grumusol	Vertisol	Vertisol
5	Latosol	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
		Latosol	Nitisol	Ultisol
		Lateritik	Ferralsol	Oxisol
6	Litosol	Litosol	Lithosol	Entisol
7	Mediteran	Mediteran	Luvisol	Alfisol/Inceptisol
8	Organosol	Organosol	Histosol	Histosol
9	Planosol	Planosol	Planosol	Aqualf
10	Podsol	Podsol	Podsol	Spodosol
11	Podsolik Merah Kuning	Podsolik	Acrisol	Ultisol
12	Podsolik Coklat	Kambisol	Cambisol	Inceptisol
13	Podsolik Coklat Kekelabuan	Podsolik	Acrisol	Ultisol
14	Regosol	Regosol	Regosol	Entisol
15	Rendzina	Rendzina	Rendzina	Rendoll
16		Ranker	Ranker	
17	Tanah-tanah berglei	Gleisol	Gleysol	Aquic Sub-order
	Glei Humus	Gleisol Humik		
	Glei Humus Rendah	Gleisol		
	Hidromorf Kelabu	Podsolik Gleiik	Acrisol Gleyik	
	Aluvial Hidromorf	Gleisol Hidrik		

Sumber : Hardjowigeno, 1995 (dalam Suripin, 2001)

Sifat-sifat klas tanah secara umum dapat diuraikan sebagai berikut :

Aluvial : Tanah berasal dari endapan baru, berlapis-lapis, kandungan bahan

organik berubah secara tidak teratur terhadap kedalaman.

Kandungan pasir kurang dari 60%

Andosol : Tanah-tanah yang umumnya berwarna hitam, kerapatan limbak

(bulk density) kurang dari $0,85 \text{ gr/cm}^3$, banyak mengandung

bahan amorf, atau lebih dari 60% terdiri dari abu vulkanik vitrik,

cinders, atau bahan proklastik lain

- Grumusol** : Tanah dengan kadar liat lebih dari 30% bersifat mengembang dan menyusut. Kalau musim kering tanah keras dan retak-retak, dan pada kondisi basah lengket (mengembang)
- Latosol** : Tanah dengan kadar liat lebih dari 60%, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam, solum dalam (>150 cm)
- Litosol** : Tanah mineral yang ketebalannya 20 cm atau kurang. Dibawahnya terdapat batuan keras yang padu
- Mediterranean** : Tanah dengan horizon penimbunan liat (horizon argilik), dan kejenuhan basa lebih dari 50%
- Organosol** : Tanah organik (gambut) yang ketebalannya lebih dari 50 cm
- Podsol** : Tanah dengan horizon penimbunan besi, aluminium oksida, dan bahan organik
- Podsolik** : Tanah dengan horizon penimbunan liat, dan kejenuhan basa kurang dari 50%
- Regosol** : Tanah bertekstur kasar dengan kadar pasir lebih dari 60%, hanya mempunyai horizon penciri ochrik, histik atau sulfirik.

2.4.1. Sifat Tanah Regosol

Tanah regosol merupakan tanah sangat muda dan terdapat di atas endapan mineral lunak yang dalam dan tidak keras. Tanah ini berbeda dengan jenis tanah yang lain, biasanya tanah ini tidak berbatu besar dan terdapat di daerah gunduk pasir *loess*. Brady, 1982 (dalam Hardjowigeno, S. 1995) menyatakan bahwa tanah regosol adalah tanah yang

sangat muda, dengan ciri umum perkembangan profil kurang nyata dan perkembangannya ditentukan oleh iklim setempat. Jenis tanah ini mempunyai kandungan bahan organik dan nitrogen rendah, kandungan air dan lempung juga rendah, sehingga penggunaan tanah ini untuk lahan pertanian agak terbatas. Sifat tanah regosol umumnya mempunyai sifat fisik dan kimia yang kurang baik bagi pertumbuhan tanaman.

Tanah ini umumnya bertekstur pasir, struktur lepas, kapasitas menahan air dan unsur hara rendah, kandungan bahan organik rendah. Sifat lainnya adalah permeabilitas cepat, konsistensinya rapuh, porositas besar. Tanah ini umumnya berasal dari abu vulkanik dan bertekstur kasar.

2.5. Usaha-usaha Konservasi Tanah

Tujuan utama konservasi tanah adalah untuk mendapatkan tingkat keberlanjutan produksi lahan dengan menjaga laju kehilangan tanah tetap di bawah ambang batas yang diperkenankan, yang secara teoritis dapat dikatakan bahwa laju erosi harus lebih kecil atau sama dengan laju pembentukan tanah. Karena erosi merupakan proses alam yang tidak dapat dihindari, khususnya untuk lahan pertanian, maka yang dapat dilakukan adalah mengurangi laju erosi sampai batas yang dapat diterima.

Usaha-usaha konservasi tanah yang dilakukan harus mengarah pada: (i) melindungi tanah dari hantaman air hujan dengan penutup permukaan tanah, (ii) mengurangi aliran permukaan dengan meningkatkan kapasitas infiltrasi, (iii) meningkatkan stabilitas agregat tanah, dan (iv) mengurangi kecepatan aliran permukaan dengan meningkatkan kekasaran permukaan lahan. Secara garis besar metode konservasi tanah dapat dikelompokkan

menjadi tiga golongan utama, yaitu (1) secara agronomis, (2) secara mekanis, dan (3) secara kimia.

Metode agronomis atau biologi adalah memanfaatkan vegetasi untuk membantu menurunkan erosi lahan. Metode mekanis atau fisik adalah konservasi yang berkonsentrasi pada penyiapan tanah agar dapat ditumbuhi vegetasi yang lebat, dan cara memanipulasi tofografi mikro untuk mengendalikan aliran air. Sedangkan metode kimia adalah usaha konservasi yang ditujukan untuk memperbaiki struktur tanah sehingga lebih tahan terhadap erosi. Atau secara singkat dapat dikatakan metode agronomis merupakan usaha untuk melindungi tanah, mekanis untuk mengendalikan energi aliran permukaan yang erosive, dan metode kimia untuk meningkatkan daya tahan tanah.

2.6. Pemakaian Pupuk

Dalam alam yang bebas dari pengaruh manusia perkembangan tanaman seimbang dengan pelapukan batu-batuan dan pelapukan sisa-sisa organisme, tetapi dengan usaha pertanian yang dilakukan manusia maka proses penghanyutan dan pencucian unsur hara yang hilang dari tanah diperbesar. Disamping unsur hara yang hilang dari tanah pertanian bersama bagian-bagian tanaman yang dipanen, juga terjadi unsur hara yang hilang akibat terjadinya erosi dan pencucian yang jumlahnya cukup besar. Oleh karena itu tanah-tanah pertanian yang diusahakan bertahun-tahun untuk berladang menjadi kurus dan tidak dapat ditanami lagi.

Untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produksi tanaman dalam jangka waktu yang lama, umumnya dilakukan dengan cara pemupukan yang intensif dan terus menerus. Padahal pemupukan secara intensif dapat menyebabkan terakumulasinya unsur-

unsur yang tidak mampu diserap tanaman dan menimbulkan fiksasi atau kelebihan unsur tertentu yang selanjutnya menimbulkan kontaminasi terhadap produk pertanian yang dihasilkan (Darmawijaya, M.I. 1993).

Hardjowigeno, (1995) menyatakan bahwa pupuk dapat dibedakan menjadi pupuk alam dan pupuk buatan. Pupuk alam pupuk yang langsung didapat dari alam jumlah dan jenis unsur hara terdapat secara alami. Pupuk buatan pupuk yang dibuat di pabrik dengan jenis dan kadar unsur hara dalam jumlah yang tertentu.

Keseimbangan alam dibutuhkan untuk menciptakan sistem pertanian / perkebunan yang mantap mencegah kemunduran kesuburan tanah. Oleh karena itu penggunaan pupuk harus didasarkan atas rencana rasional dengan mempertimbangkan keseimbangan pertumbuhan tanaman. Pemupukan seimbang pada saat yang tepat tersedia bagi tanaman merupakan syarat keberhasilan tanaman pertanian / perkebunan.

Pemanfaatan bahan organik berasal dari kotoran ternak maupun limbah perkebunan, baik berupa mulsa maupun dikomposkan dulu, dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas pemupukan. Bahkan dengan adanya kecenderungan produk pertanian / perkebunan organik (*organic product*) yang pada akhir-akhir ini dapat mencapai harga jual yang tinggi karena bebas kontaminasi unsur-unsur yang diperkirakan beracun (*toxic*), mendorong penggunaan kompos, pupuk kandang sebagai pengganti pupuk buatan (Derendonck, 1959, dalam Darmawidjaya, M.I. 1993).

Menurut Knuti, Korpi dan Hide, 1970 (dalam Hardjowigeno, S. 1995) menyatakan bahwa secara umum setiap ton pupuk kandang mengandung 5 kg N, 3 kg P_2O_5 , dan 5 kg K_2O serta unsur hara esensial lain dalam jumlah yang relatif kecil. Tiap-tiap jenis hewan

peliharaan menghasilkan pupuk kandang dengan sifat yang berbeda-beda dan kandungan unsur hara yang tidak sama.

Tabel 2.12 Kandungan unsur hara pada pupuk kandang

Ternak	N (%)	P (%)	K (%)
Unggas (ayam)	1,70	1,90	1,50
Sapi	0,29	0,17	0,35
Kuda	0,44	0,17	0,35
Babi	0,60	0,41	0,13
Domba	0,55	0,31	0,15

Sumber : Hardjowigano, S. (1995)

Salah satu tindakan konservasi tanah yang dianggap sangat penting adalah dengan pengembalian bahan organik ke dalam tanah sebanyak mungkin, baik sisa tanaman sebagai mulsa dan pupuk hijau, maupun sisa kotoran hewan sebagai pupuk kandang.

Menurut Stevenson, 1982 (dalam Rauf, A. 1993) menyatakan bahwa secara fisika, bahan organik dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air, merangsang granulasi, memantapkan agregat tanah, menurunkan kohesi, plastisitas dan menekan sifat-sifat buruk lainnya.

Arsyad, S. (dalam Rauf, A. 1993) menyebutkan bahwa diperlukan sedikitnya 18 ton pupuk kandang sapi per hektar per tahun untuk mempertahankan kesuburan tanah, karena dapat mengurangi aliran permukaan dan erosi ke tingkat yang diperbolehkan, disamping perbaikan kimiawi dan biologis tanah.

2.7. Pupuk Kandang Sapi Sebagai Sumber Bahan Organik

Seekor sapi dewasa di Indonesia, setiap tahun dapat menghasilkan kotoran rata-rata 7,5 ton atau setara dengan 5 ton pupuk kandang masak yang mengandung 14,5 kg N, 8,5 kg P, dan 17,5 kg K (dihitung berdasarkan Tabel 2.12).

Menurut Russel, 1973 (dalam Rauf, A. 1993) bahan organik tanah terdiri dari keseluruhan deret hasil peruraian jaringan tanaman dan hewan, yang merupakan hasil sementara sampai bahan berwarna gelap, bersifat amorf dan cukup stabil.

Menurut Kohnke, 1968 (dalam Pratiwi, J. A. dan Sumaryono, A. 1993) kandungan bahan organik dalam tanah dapat mempengaruhi kekuatan agregat tanah.

Menurut Stevenson, 1982 (dalam Rauf, A. 1993) bahan organik tanah merupakan seluruh senyawa organik dalam tanah kecuali sisa-sisa organik (jaringan hewan dan tumbuhan yang tidak terurai serta sebagian hasil peruraiannya) dan biomassa tanah.

Menurut Black , 1968 (dalam Hardjowigeno, S. 1995) bahwa penambahan bahan organik seperti sisa tanaman dan kotoran hewan dapat meningkatkan ikatan partikel tanah menjadi agregat yang tahan terhadap air.

Baver, 1972 (dalam Suripin, 2001) mengemukakan bahwa pada tanah-tanah yang berbahan organik cukup baik sering kali butiran primer teragregasi dengan baik, dan kebanyakan lempung terlapis oleh bahan organik.

Sumber utama bahan organik untuk tanah adalah sisa-sisa hewan berupa kotoran ternak, baik yang masih segar ataupun dalam bentuk pupuk kandang. Salah satu jenis pupuk yang sering digunakan sebagai bahan penambah organik tanah adalah pupuk kandang. Pupuk kandang sapi merupakan sumber bahan organik yang paling mudah didapat dibanding pupuk kandang lainnya. Pupuk kandang terdiri dari dua komponen asal yaitu, bagian padat dan cair. Oleh karena pupuk kandang sapi banyak mengandung bahan organik maka pembenaman pupuk kandang sapi ke dalam tanah akan membawa pengaruh yang menguntungkan terhadap sifat fisik tanah. Secara fisik memperbaiki struktur tanah, menentukan tingkat perkembangan struktur tanah dan berperan pada

pertumbuhan agregat tanah (Tate, 1987 dalam Darmawidjaya, M.I. 1993), bersama dengan ekskresi jasad renik merupakan anasir pembentuk struktur tanah, sehingga memungkinkan pembentukan agregat mantap (Oades, 1986, Marten, *et al* ,1992 dalam Darmawidjaya, M.I.1993), menurunkan pemampatan tanah, meningkatkan kapasitas air tanah, sehingga sekaligus dapat mengurangi bahaya erosi (Stevenson, 1982, Brady, 1990 dalam Rauf, A. 1993).

Secara umum kebutuhan tanaman akan unsur hara ditentukan pula oleh macam bagian tanaman yang akan dipanen sebagai berikut :

- Tanaman yang diambil daunnya perlu unsur N, agar daun dapat berkembang dengan baik. Misalnya : sayur-mayur, teh, dan sebagainya.
- Tanaman yang menghasilkan pati atau gula disamping memerlukan unsur N juga unsur K. Misalnya : singkong, lobak, tebu, dan sebagainya.
- Tanaman yang diambil bunga, buah, atau bijinya disamping unsur N, unsur P, juga memerlukan unsur K. Misalnya : padi, jagung, kedelai, tomat dan buah-buahan pada umumnya.

Unsur hara yang diserap tanaman digunakan antara lain untuk menyusun bagian-bagian tubuh tanaman. Jumlah unsur hara yang diperlukan untuk menyusun bagian-bagian tubuh tanaman tersebut berbeda untuk setiap jenis tanaman maupun untuk jenis tanaman yang sama tetapi dengan tingkat produksi yang berbeda (dapat dilihat pada tabel 2.13). Bagian-bagian tubuh tanaman tersebut bila merupakan bagian yang dipanen dan tidak kembali ke tanah maka unsur-unsur hara yang ada didalamnya merupakan unsur hara yang hilang dari tanah.

Tabel 2.13 Jumlah Unsur Hara yang Terdapat pada Beberapa Bagian Tanaman

Tanaman	Hasil (ton/ha)	Kandungan unsur hara (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
JAGUNG						
Biji	1,0	25	8	15	3,0	2,0
Jerami	1,5	15	3	18	4,5	3,0
Total	2,5	40	9	33	7,5	5,0
Biji	4,0	63	12	30	8	6
Jerami	4,0	37	8	38	10	8
Total	8,0	100	18	68	18	14
PADI						
Biji	1,5	35	7	10	1,4	0,3
Jerami	1,5	7	1	18	2,8	2,2
Total	3,0	42	8	28	4,0	2,5
Biji	8	106	32	20	4	1
Jerami	8	35	5	70	24	13
Total	16	141	37	90	28	14
SINGKONG						
Umbi	8	30	10	50	20	10
Umbi	16	64	21	100	41	21
R. GAJAH						
	10	144	24	180	35	30
	25	302	64	504	96	63
TEBU						
Batang	100	75	20	125	28	10
Batang	200	149	29	316	55	58

Sumber : Sanchez, 1976 (dalam Hardowigeno, S. 1995)

Dari Tabel 2.13 di atas terlihat bahwa untuk memproduksi jagung 8 ton/ha diperlukan unsur hara 100 kg N, 10 kg P, dan 88 kg K. Untuk keperluan unsur hara tersebut, khususnya untuk P dan K berasal dari pupuk. Sedangkan untuk unsur N disamping berasal dari pupuk juga bisa didapatkan antara lain dari (1) bahan organik yang ada di dalam tanah dengan perbandingan C : N : P : S = 100 : 10 : 1 : 1, (2) pengikatan oleh mikroorganisme dari N di udara, (3) air hujan.

2.8. Peran Pupuk Kandang Bagi Perbaiki Tanah.

Pemakaian pupuk anorganik tidak mampu memperbaiki struktur tanah seperti yang diperlihatkan oleh pupuk organik. Peran pupuk organik di dalam memperbaiki struktur tanah adalah sebagai berikut :

- a. Memperbaiki struktur tanah. Pada waktu penguraian bahan organik oleh mikro organisme di dalam tanah dibentuk produk yang mempunyai sifat sebagai perekat yang mampu mengikat butir-butir menjadi lebih besar.
- b. Menaikkan daya serap tanah terhadap air. Bahan organik mempunyai daya serap yang besar terhadap air.
- c. Menaikkan kondisi kehidupan mikro organisme di dalam tanah. Hal ini disebabkan karena mikro organisme dalam tanah dapat memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanan. (Rinsema, 1993).

Pemberian pupuk kandang/organik pada tanah menyebabkan struktur tanah menjadi lebih baik dan daya menahan air menjadi lebih tinggi. Berdasar penelitian Wade dan Sanches (1983), menunjukkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan daya menahan air secara nyata. Dari segi kimia pemberian pupuk kandang/organik dapat meningkatkan daya serap dan kapasitas tukar kation (KTK). Bahan organik yang dimasukkan ke dalam tanah akan mengalami peruraian hingga berbentuk humus. Humus tersebut dapat mengikat kation dan mengadakan pertukaran ion-ion (Syarief, 1986). Hasil penelitian Mc.Intoch dan Varney (1993), menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi sebesar 44 ton/ha/tahun dapat meningkatkan KTK secara nyata.

Di dalam tanah pupuk kandang sapi mengalami serangkaian proses dengan komposisi yang meliputi mineralisasi dan imobilisasi. Menurut Stevenson (1982), kedua

proses tersebut merupakan proses enzimatik sehingga kacepatannya dipengaruhi oleh populasi jasad renik yang ada di dalamnya. Kualitas pupuk kandang dipengaruhi oleh kadar rata-rata unsur hara yang terdapat dalam pupuk yang jumlahnya sangat tergantung oleh beberapa faktor yaitu : (1) macam dan jenis hewan, (ii) umur dan keadaan individu hewan, (iii) makanan yang dimakan, (iv) bahan hamparan, dan (v) cara penyimpanan pupuk kandang.

2.9. Pengukuran Kehilangan Tanah

Data yang berkaitan dengan erosi tanah dapat dikumpulkan langsung dari lapangan atau dari hasil simulasi di laboratorium. Namun sebenarnya dapat diterapkan untuk tujuan yang berbeda. Pengukuran langsung di lapangan lebih cocok untuk mengumpulkan informasi tentang laju erosi tanah, sedangkan di laboratorium lebih cocok untuk memahami proses terjadinya erosi.

2.9.1 Pengukuran di Lapangan

Pengamatan di lapangan dilakukan dengan menggunakan sistem petak (plot) dengan ukuran, kemiringan, panjang lereng, dan jenis tanah tertentu (diketahui). Aliran air dan sedimen yang keluar petak diamati. Jumlah petak yang diperlukan tergantung dari tujuan pengamatan, jumlah minimal untuk satu kasus adalah dua pengulangan. Untuk mengamati laju erosi pada dua jenis tanaman yang berbeda diperlukan minimal 4 petak. Jika melibatkan dua jenis tanah yang berbeda, jumlah petak minimum menjadi 8 buah.

Ukuran petak yang baku mempunyai panjang 22 m (memanjang ke arah kemiringan lereng), lebar 1,8 m namun tetap dimungkinkan untuk membuat petak dengan ukuran

yang berbeda. Pembatas petak dapat terbuat dari logam, kayu, atau material lain yang tidak rembes air, dan tidak berkarat. Pembatas tersebut minimal mempunyai ketinggian 15 – 20 cm di atas permukaan tanah. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya percikan air maupun partikel tanah keluar/masuk ke dalam petak. Bagian bawah pembatas ditanam ke dalam tanah dengan kedalaman yang cukup sehingga cukup stabil dan kemungkinan terjadinya rembesan air dari atau ke luar petak dapat diminimalkan. Di ujung bawah petak dipasang talang untuk mengalirkan air dari petak ke bak penampung. Bak penampung harus tertutup untuk menghindari masuknya air hujan maupun percikan tanah langsung. Untuk petak yang berpotensi menimbulkan debit yang cukup besar, perlu dipasang penampung lebih dari satu, dimana pada bak pertama dibuatkan beberapa keluaran dengan ketinggian dan ukuran yang seragam, salah satu keluaran masuk ke bak penampung kedua. Sebelum masuk ke bak pertama, aliran air dapat juga dilewatkan flume sehingga debit dapat dipantau/dimonitor secara langsung atau otomatis. Stasiun pengamat hujan, baik manual atau otomatis, sedapat mungkin terletak didekat petak pengamatan. Volume air dapat diketahui dengan cara menjumlahkan volume air di bak pertama dan volume air di bak kedua dikalikan dengan jumlah keluaran yang ada di bak pertama. Misalnya volume air di bak pertama dan kedua berturut-turut V_1 dan V_2 , dan jumlah keluaran bak pertama 8 buah, maka total volume air adalah : $V_T = V_1 + V_2$. Berat sedimen dapat diketahui dari besarnya sedimen yang mengendap di dasar bak. Pada saat semua sedimen telah mengendap di dasar bak (air di dalam bak telah jernih), air dikeluarkan semuanya dari bak. Volume sedimen di bak pertama dan kedua diukur, misal V_{s1} dan V_{s2} . Selanjutnya ambil sample sedimen secukupnya kemudian dioven sampai kering untuk menghitung berat jenis γ_s . Dengan demikian berat keseluruhan

sedimen dapat dihitung yaitu $W_s = (V_{s1} + V_{s2}) \cdot \gamma_s$. Erosi tanah sebesar W_s ini terjadi dalam satu kali kejadian hujan. Untuk mengetahui jumlah tanah tererosi selama periode waktu tertentu, misalnya musim hujan atau selama satu tahun dilakukan dengan jalan menjumlahkan seluruh tanah tererosi tiap kejadian hujan selama periode yang dikehendaki.

2.9.2 Pengukuran di Laboratorium

Pengukuran erosi tanah dapat dilakukan di laboratorium dengan bantuan alat pembangkit hujan (*rainfall simulator*). Kondisi fisik lahan seperti jenis dan kepadatan tanah, kondisi penutup, kemiringan dan panjang lereng dapat disimulasikan berdasarkan keadaan yang diinginkan. Pengaruh pengolahan tanah, pemakaian pupuk, sistem pertanian dan sebaliknya terhadap erosi tanah juga dapat disimulasikan. Keuntungan yang paling mendasar pengukuran erosi di laboratorium adalah dimungkinkannya dilakukan pengamatan secara detail mekanisme dan proses terjadinya erosi. Percobaan di laboratorium juga tidak tergantung pada kejadian hujan alam dan dapat diterapkan untuk segala macam jenis tanah, dengan demikian dapat menghemat waktu dan biaya. Namun perlu diketahui, bahwa bagaimanapun juga perilaku erosi tanah di laboratorium tidak sama dengan apa yang terjadi di lapangan. Hal ini disebabkan adanya kendala-kendala, misalnya dalam pembuatan *rainfall simulator* belum dapat menirukan secara tepat hujan alamiah. Sebagai contoh bagaimana membuat *rainfall simulator* yang menghasilkan ukuran butir hujan, distribusi, intensitas, dan kecepatan jatuh butir hujan yang sesuai dengan hujan alamiah. Sebagaimana diketahui bahwa butir hujan untuk mencapai kecepatan terminalnya memerlukan ketinggian 9 sampai 10 m. Hal ini menyebabkan

rainfall simulator terlalu tinggi. Untuk itu, umumnya tinggi alat dikurangi tetapi air diberi tekanan. Namun tindakan ini menyebabkan intensitas hujan meningkat sedangkan ukuran butir hujan menjadi lebih kecil akibat tekanan.

2.10. Uji Statistik

Dari data-data yang didapatkan seperti data intensitas hujan, dosis pemakaian pupuk, energi kinetik, dan besarnya erosi. Dalam pengujian statistik ini digunakan analisis regresi yang bertujuan untuk mencari bentuk kurva yang dapat mewakili data-data yang ada dan mengestimasi nilai data pada titik-titik diantara nilai-nilai yang sudah diketahui. Triatmodjo B, (1992) menyatakan bahwa ada dua metode pendekatan didalam analisis regresi yang didasarkan pada jumlah kesalahan yang terjadi pada data, yaitu regresi kuadrat terkecil dan interpolasi.

Regresi kuadrat terkecil dipakai jika data menunjukkan adanya kesalahan cukup besar, untuk itu dibuat kurva tunggal yang mewakili trend secara umum dari data. Dimungkinkan sebagian data kurang benar, sehingga kurva tidak dipaksakan untuk melewati setiap titik. Kurva dibuat mengikuti pola data dari sekelompok data. Interpolasi dipakai jika data diketahui yakin benar, maka pendekatan yang dilakukan adalah membuat kurva yang melewati setiap titik.

Bentuk paling sederhana dari regresi kudrat terkecil adalah jika kurva yang mewakili titik-titik percobaan merupakan garis lurus, sehingga persamaan yang digunakan adalah $g(x) = a + bx$. Apabila dijumpai plot titik-titik pada sistem kordinat mempunyai trend kurva lengkung, maka persamaan di atas tidak bisa langsung digunakan. Untuk itu perlu dilakukan transformasi kordinat, sehingga plotting data bisa

dipresentasikan dalam kurva linier. Kurva tidak linier diantaranya adalah persamaan semi logaritma $Y = a + b \log x$ dan persamaan $Y = a x^b$. Analisis regresi diatas digunakan untuk mendapatkan hubungan-hubungan antara kemiringan dan jumlah erosi tanah untuk bermacam variasi pemakaian pupuk, jumlah pemakaian pupuk dengan kehilangan tanah pada bermacam variasi kemiringan, dan hubungan antara parameter-parameter lainnya.

Untuk mendapatkan kesesuaian dari persamaan yang didapat, perlu dihitung nilai koefisien korelasi r . Jika didapat $r = 1$ atau $r = -1$ ditafsirkan bahwa suatu fungsi dapat dinyatakan sempurna atau mempunyai korelasi yang baik., jika $r = 0$ dinyatakan sebaliknya. Koefisien korelasi ini dapat digunakan untuk memilih suatu persamaan dari berbagai alternatif yang ada, terutama didalam regresi garis tidak lurus (*non liner*). Dari banyak alternatif tersebut ditetapkan persamaan yang mempunyai nilai koefisien korelasi terbesar yaitu yang mendekati nilai 1 atau -1.

Regresi Linier

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{N} \dots\dots\dots(2.9)$$

Persamaan garis yang didapat adalah :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.10)$$

$$b = \frac{N \sum Xi Yi - \sum Xi \sum Yi}{N \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \dots\dots\dots(2.11)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots(2.13)$$

Hitung koefisien korelasi (r) untuk mengecek hubungan antara variabel dependent (Y) dan variabel independen (X) dengan rumus :

$$r = \frac{\sum XY - (\sum X \sum Y) / N}{\sqrt{(\sum X^2 - (\sum X)^2 / N)(\sum Y^2 - (\sum Y)^2 / N)}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Hitung koefisien Determinasi untuk mengecek kesesuaian model regresi dengan rumus :

$$R = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \text{ atau } R = r^2 \dots\dots\dots(2.15)$$

Regresi Semi Logaritma

Pada regresi semi logaritma nilai variabel X dilogaritmakan sedangkan variabel Y menggunakan skala biasa (normal). Sehingga didapat bentuk umum persamaan sebagai berikut : $Y = a + b \log X$. Kemudian dihitung pula koefisien korelasi dan determinasinya.

Regresi Logaritma

Pada regresi ini baik variabel X maupun variabel Y dibuat skala logaritma dengan nilai-nilai X dan Y dilogaritmakan. Dari regresi ini akan didapatkan persamaan umum sebagai berikut : $Y = aX^b$. Kemudian juga dihitung koefisien korelasi dan determinasinya.

2.11. Hipotesa

Pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu memberikan pengaruh terhadap besarnya erosi lahan.

BAB 3

PELAKSANAAN DAN HASIL PENGUKURAN

3.1 Pendahuluan

Secara keseluruhan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi tempat kegiatan dan waktu pelaksanaannya. Untuk kegiatan ini dibagi menjadi tiga yaitu kegiatan di lapangan, kegiatan di laboratorium, dan analisis data. Untuk kegiatan di lapangan telah ditentukan bahwa jenis tanah yang digunakan adalah regosol kelabu dan pupuk kandang yang digunakan pupuk kandang sapi dengan komposisi 60% kotoran sapi dan 40% sisa makanan sapi. Kesemua bahan tersebut diambil dari lokasi yang sama yaitu daerah Jatinom Kabupaten Klaten. Laboratorium yang digunakan adalah laboratorium PAU Universitas Gajah Mada Yogyakarta, sedang untuk keperluan analisis data dengan menggunakan perangkat komputer microsoft excel. Untuk menyelesaikan kegiatan tersebut diperkirakan memerlukan waktu kurang lebih 5 bulan.

3.2. Kegiatan di Lapangan

Kegiatan yang dilakukan di lapangan adalah melakukan pengambilan contoh tanah, mencampur tanah dengan pupuk kandang sapi, dan memasukkannya kedalam kotak kayu yang disediakan. Pada saat pengambilan contoh tanah dilakukan pengetesan kepadatan tanah atau bobot isinya, yaitu perbandingan berat per volume dari tanah kondisi asli dengan menggunakan tabung yang sudah diketahui volumenya diisi tanah dalam kondisi asli kemudian berat tabung dengan tanah

ditimbang beratnya . Juga dilakukan pengetesan kadar airnya dengan menggunakan oven pengering. Tanah yang diambil adalah bagian atas (*top soil*) yang tidak ditumbuhi tanaman. Pengambilan tanah dilakukan dengan cara tanah bagian atas setebal 20 cm dicangkul kemudian dimasukkan ke dalam kotak kayu berukuran 100 cm x 100 cm x 15 cm. Tanah di dalam kotak kayu dicampur secara merata dengan pupuk kandang sapi sesuai dengan jumlah yang diinginkan yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 kg/m² dipadatkan mendekati kepadatan tanah aslinya sebanyak 21 kotak sampel, juga disiapkan 21 kotak sample yang ditanami jagung dengan jarak 15 x 15 cm dengan masing-masing lubang diberi 2 butir benih jagung, kemudian didiamkan kurang lebih 1 bulan ditempat yang terlindung. Tanah disikan ke dalam kotak kayu setinggi 10 cm.

Adapun untuk langkah pelaksanaan pengukuran berat isi dan kadar air tanah adalah sebagai berikut :

a. Pengukuran berat isi :

- Siapkan tabung contoh yang sudah diketahui volumenya (V)
- Timbang tabung dalam keadaan kosong (W₁)
- Masukkan tabung ke dalam tanah sampai terisi penuh, keluarkan dan ratakan bagian atas dan bawah tabung bersihkan dan timbang (W₂)
- Hitung berat isinya

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

keterangan : γ = berat isi tanah [gr/cm³]

W₁ = berat tabung [gram]

3.3. Kegiatan di Laboratorium

Kegiatan yang dilakukan di laboratorium antara lain : persiapan bahan dan alat, melakukan pengujian dan pengambilan data yang diperlukan.

3.3.1. Persiapan Bahan dan Alat

Bahan yang dimaksud adalah bahan yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan pengujian di laboratorium yang habis pakai artinya bila bahan tersebut telah selesai digunakan dalam kegiatan pengujian, maka bahan tersebut tidak dipakai lagi. Yang dimaksud dengan alat adalah peralatan yang dipakai untuk menunjang telaksananya pengujian dalam pengambilan data-data yang diperlukan.

1. Bahan

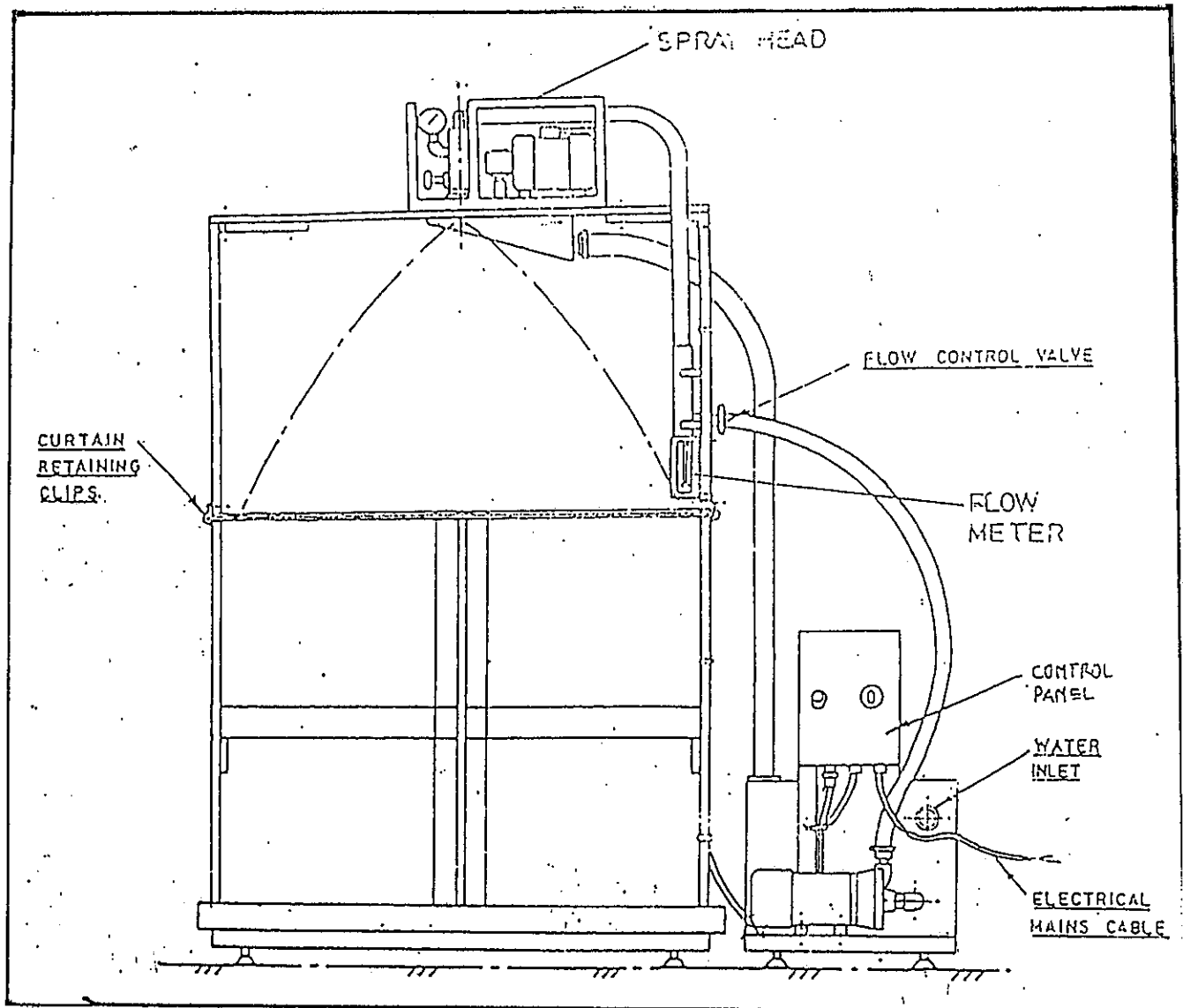
- a. Tanah regosol kelabu, sebagai tanah yang akan diuji di laboratorium
- b. Pupuk kandang sapi, pupuk kandang yang digunakan disini adalah pupuk kandang sapi ditambah sisa-sisa makanan yang tercampur didalamnya dengan perbandingan 60% kotoran sapi dan 40% sisa makanan yang berumur lebih dari 6 bulan, digunakan sebagai bahan pencampur.
- c. Air, sebagai bahan untuk membuat hujan buatan melalui alat *rainfall simulator*
- d. Multiplek ukuran 60 cm x 60 cm, digunakan untuk meletakkan bejana penakar curah hujan
- e. Triplek, untuk menutup bejana sebelum hujan buatan dijalankan

- f. Kertas saring, sebagai media yang digunakan untuk menentukan besarnya ukuran butir dan jumlah butiran hujan.
- g. *Methylene blue*, cairan yang dioleskan pada kertas saring untuk memudahkan melihat besar dan jumlah butiran hujan.
- h. Kotak kayu ukuran 100 cm x 100 cm x 15cm, yang salah satu sisinya dipasang pipa pvc dengan diameter 7,5 cm dan sepertiga bagian pvc digergaji untuk menampung hasil erosi. Panjang pvc yang digunakan 140 cm. Bagian bawah kotak dilubangi dengan diameter lubang 10 mm dengan jarak 15 cm dan diberi pipa pvc.

2. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Satu set *Rainfall Simulator* yang dilengkapi dengan *spray head*, *control panel*, alat pengatur kemiringan.



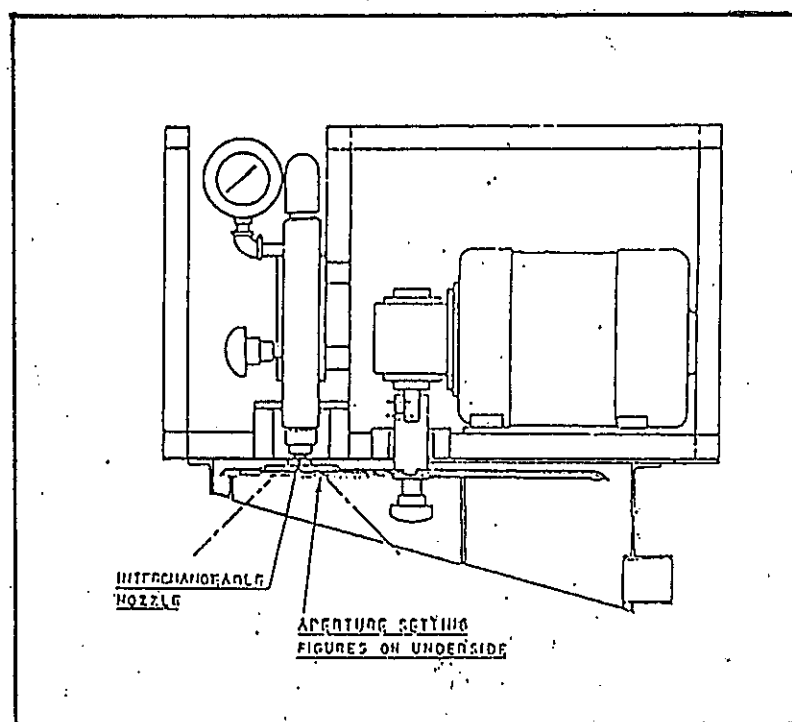
Gambar 3.1 Rainfall Simulator

Bagian-bagian *rainfall simulator* :

a. *Spray Head*

Spray head terdiri dari dua bagian:

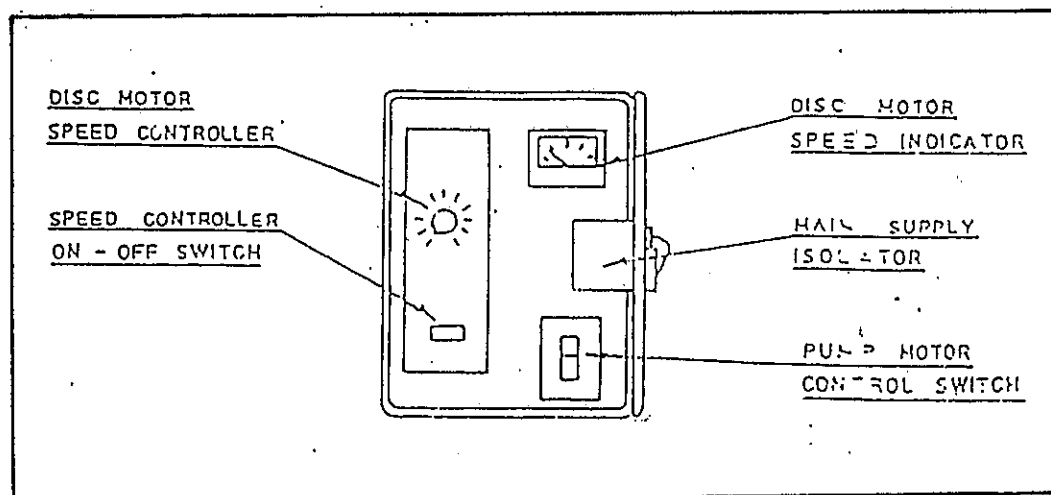
- Nozzle untuk mengatur besarnya butiran air hujan yang jatuh. Ada dua macam nozzle yaitu nozzle 1 HH 12 dan nozzle 1,5 HH 30. Nozzle 1 HH 12 mempunyai lubang-lubang yang lebih besar.
- Disk dengan lubang berbentuk sektor lingkaran untuk mengatur intensitas hujan buatan. Pengaturan disk bagian bawah dapat dibentuk lubang berbentuk sektor lingkaran dengan sudut 5° , 10° , 15° , 20° , 25° , 30° , 35° , 40° . Sudut 5° akan menghasilkan intensitas hujan buatan paling sedikit, sedang 40° paling besar. Selain itu terdapat alat penunjuk tekanan pada spray head ini. Tekanan yang dapat digunakan adalah 0,2, 0,3, dan 0,4 bar.



Gambar 3.2 Spray Head

b. Kontrol Panel

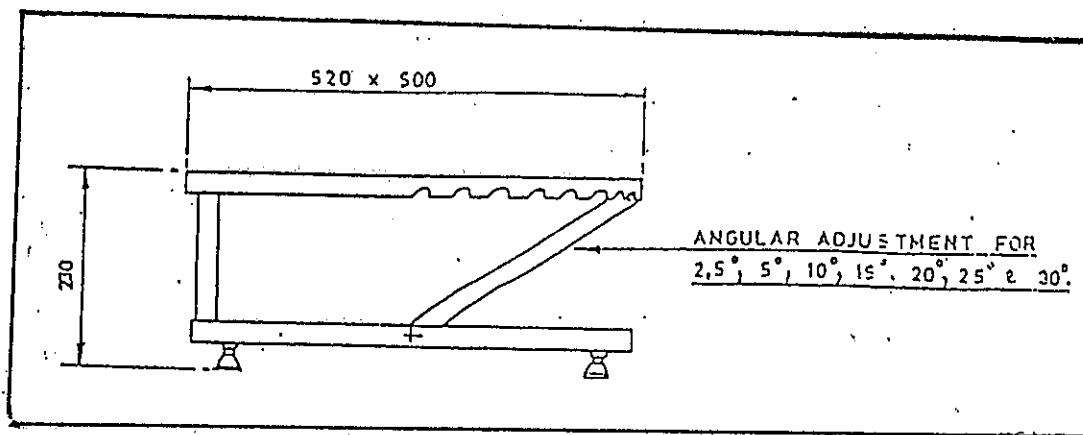
Pada kontrol panel terdapat *disc motor speed indicator* yang berfungsi untuk mengatur kecepatan berputarnya disk pada *spray head* yang berarti mengatur kecepatan air hujan yang jatuh. Sedang kombinasi tekanan pada spray head dan putaran disk dengan cara mengatur kecepatan rotasinya akan diperoleh makin lambat putaran disk diperoleh diameter butiran hujan besar sedang bila makin cepat putaran disk diperoleh diameter butiran hujan yang kecil. Butiran hujan yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6 mm.



Gambar 3.3 Kontrol panel

c. Alat Pengatur Kemiringan

Alat ini digunakan untuk mengatur kemiringan lereng dengan sudut-sudut 2,5°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, dan 30°. Pada penelitian ini kemiringan lereng diambil 5°, 10°, 15°.



Gambar 3.4 Alat pengatur kemiringan

2. Gelas ukur dengan volume 1000 ml dan 2000 ml.
3. Bejana tembaga, diameter 7,25 cm dan tinggi 12,4 cm.
4. Stopwatch
5. Meteran, sekop, cetok, cangkul, ember, dan seperangkat alat tukang.
6. Cawan, oven, timbangan, loyang, dll.

3.3.2. Pengujian dan Pengambilan Data

Pelaksanaan pengujian dan pengambilan data di laboratorium secara garis besar dikelompokkan menjadi empat bagian yaitu : (1) pengukuran intensitas hujan, (2) menentukan distribusi ukuran butiran hujan (drop size), (3) pengujian model fisik, (4) pengukuran erosi tanah

3.3.2.1. Pengukuran Intensitas Hujan

Alat pengatur kemiringan diletakkan di tengah rainfall simulator. Kelima bejana diletakkan di atas alat tersebut, dengan 4 bejana diletakkan pada sudut-

sudutnya dan yang 1 ditengahnya. Rainfall simulator dihidupkan dan atur kecepatan sesuai dengan yang dikehendaki. Demikian juga dengan tekanan diatur sesuai dengan yang dikehendaki.

Pada saat mengatur hujan di atas, bejana harus dalam posisi tertutup agar tidak terisi air. Setelah siap baru penutup bejana dibuka bersamaan dengan dihidupkannya stopwatch. Setelah 10 menit bejana ditutup, dan rainfall simulator dimatikan. Air didalam bejana dituang dalam gelas ukur dan dicatat volumenya. Dengan diketahuinya volume dan waktu yang diperlukan maka didapat intensitas hujannya. Besarnya intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$I = \frac{Q}{At} \times 600 \dots\dots\dots(3.3)$$

keterangan : Q = Volume air dalam container (ml)

t = waktu (menit)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Berikutnya menghitung keseragaman pembagian curah hujan buatan guna mengetahui penyebarannya, hal ini penting, karena keseragaman mungkin berubah-ubah dengan adanya tekanan, kecepatan disk, dan ukuran lubang disk. Untuk menentukan keseragaman digunakan nilai koefisien Christiansen (Cu) dengan rumus :

$$Cu = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum |x|}{m.n} \right\} \dots\dots\dots(3.4)$$

keterangan : m = kedalaman rata-rata

n = jumlah pengamatan

x = selisih kedalaman dengan kedalaman rata-rata.

Dalam penelitian ini intensitas hujan yang digunakan adalah 50 mm/jam.

Tabel 3.3 Pengukuran Intensitas Hujan

Nomor Bejana	Sudut Cakram(o)	Debit (ltr/mnt)	Tekanan (bar)	Putaran (rpm)	Waktu (menit)	Volume (ml)	Luas bejana (cm 2)	Intensitas (mm/jam)
1	20	19	0.2	120	10	35	41.2825	50.869012
2	20	19	0.2	120	10	34	41.2825	49.415612
3	20	19	0.2	120	10	36	41.2825	52.322413
4	20	19	0.2	120	10	33	41.2825	47.962212
5	20	19	0.2	120	10	34	41.2825	49.415612
Rata 2								49.996972

Tabel 3.4 Kontrol Keseragaman (Cu)

Nomor Bejana	Kedalaman (h)	Kedalaman rerata (hrt)	h - hrt	Cu
1	8.50	8.32	0.18	97.3
2	8.20	8.32	0.12	
3	8.70	8.32	0.38	
4	8.00	8.32	0.32	
5	8.20	8.32	0.12	
Jumlah	41.60		1.12	

3.3.2.2. Menentukan Besarnya Energi Kinetik Hujan

Untuk menghitung besarnya energi kinetik hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut : $E = 11,87 + 8,73 \log I$, sehingga dengan intensitas hujan sebesar 50 mm/jam didapatkan energi kinetik sebesar $E = 11,87 + 8,73 \log (50) = 26,702$ joule/m²/mm. Besarnya energi kinetik hujan dapat juga dihitung berdasarkan persamaan 2.3. Untuk menghitung besarnya energi kinetik hujan berdasar persamaan di atas diperlukan distribusi ukuran butiran hujan. Caranya adalah dengan melewati kertas saring berlapis *methyl blue* di bawah hujan. Pada kertas saring akan terlihat bercak-bercak butir hujan, kemudian butir hujan digolong-golongkan menurut diameternya 1, 2, 3, 4, 5, 6 mm sedangkan yang

lebih besar diabaikan. Sedangkan untuk menentukan besarnya kecepatan jatuh butiran hujan dengan menggunakan grafik/nomograf yang ada pada manual *rainfall simulator*. Kemudian nilai energi kinetik yang didapatkan dari kedua cara tersebut dibandingkan.

Tabel 3.5 Pengukuran Energi Kinetik Hujan

Diameter butir (mm)	Jumlah butir	Volume butir (mm ³)	Massa butir (kg)x10 ⁻⁶	Kecepatan (v) (m/det)	V ² (m ² /det ²)	Ek 1/2 mv ² (joule)x10 ⁻⁶	KETERANGAN
1	81	0.5233	42.390	3.90	15.210	322.376	Nozle 11/2 H 30 Tekanan 0,3 bar
2	94	4.1867	393.547	5.50	30.250	5952.393	
3	135	14.1300	1907.550	8.60	43.560	41548.438	
4	128	33.4933	4287.147	7.30	53.290	114231.023	
5	32	65.4187	2093.333	7.70	59.290	62056.887	
6	22	113.0400	2486.880	7.80	60.840	75650.890	
			11210.847				299759.987

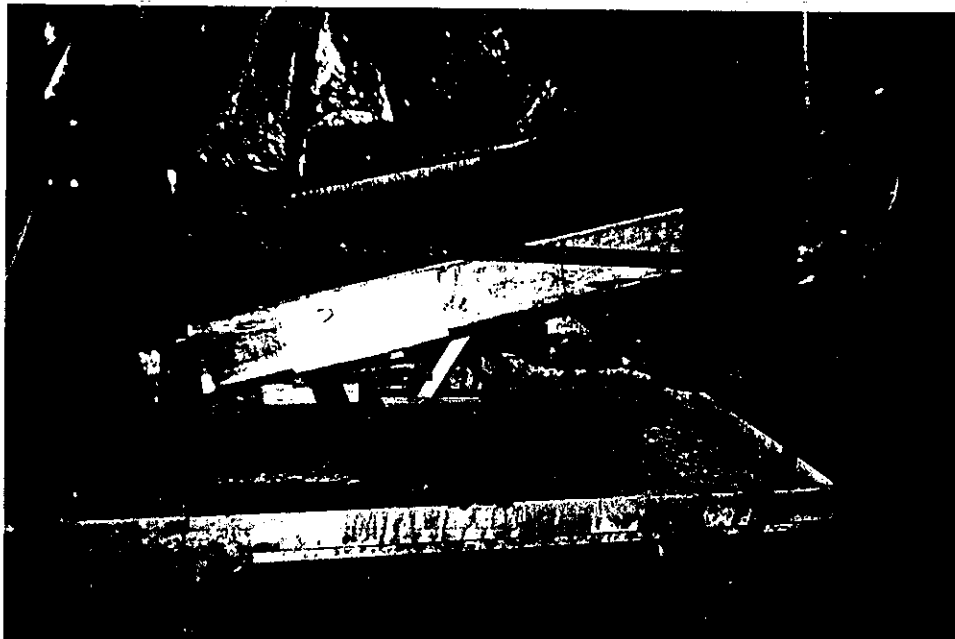
$$\text{ENERGI} = 26.738$$

Ternyata dari kedua perhitungan tersebut di atas memberikan besar energi kinetik hujan yang hampir sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa alat rainfall simulator masih dalam kondisi yang baik.

3.3.2.3. Pengujian Model Fisik Pemakaian Pupuk Kandang Sapi pada Tanah Regosol Kelabu

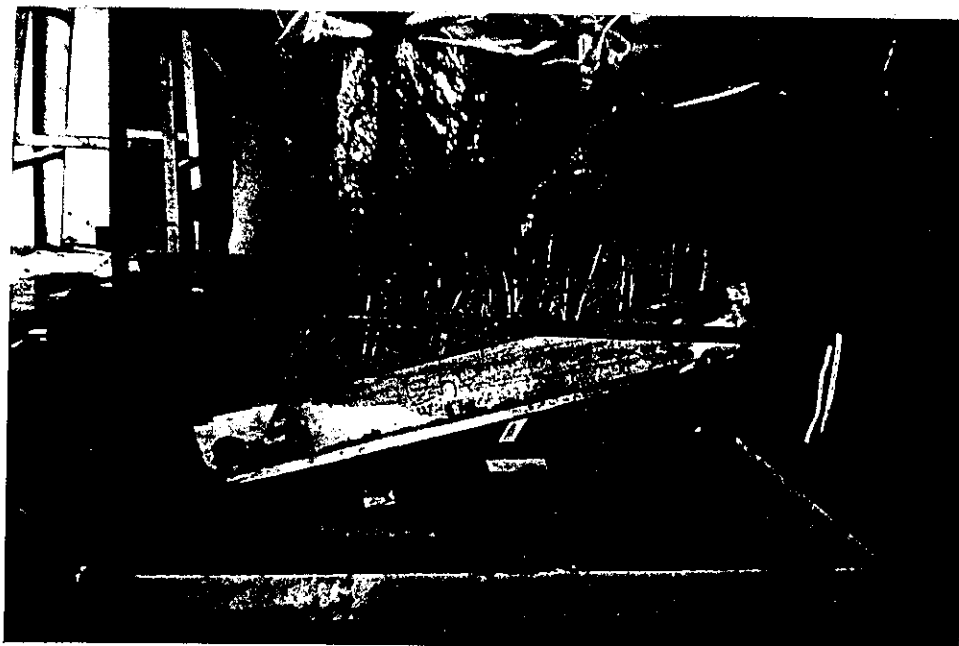
Alat pengatur kemiringan diletakkan di tengah rainfall simulator. Alat ini diatur untuk mendapatkan kemiringan yang dikehendaki. Kemiringan lereng yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5°, 10°, 15°. Kotak kayu dengan ukuran 1 m x 1 m x 0,15 m diisi setinggi 10 cm oleh tanah yang sudah dicampur pupuk kandang sapi dengan jumlah 0 kg/m², 1 kg/m², 2 kg/m², 3 kg/m², 4 kg/m², 5

kg/m^2 , 6 kg/m^2 dipadatkan hingga mendekati bobot isi asli di lapangan $\gamma = 1,25 \text{ ton/m}^3$ didiamkan selama kurang lebih 1 bulan. Ditest kadar airnya, diusahakan untuk masing-masing sample mempunyai kadar air yang sama. Kotak kayu berisi tanah ini diletakkan di atas alat pengatur kemiringan dengan kemiringan 5° , 10° , 15° . Pada bagian hilir kotak kayu dipasang pipa pvc diameter 7,5 cm yang pada ujungnya dipasang gelas ukur untuk menampung tanah hasil erosi. Setelah semuanya siap *rainfall simulator* dihidupkan dan diatur pada intensitas hujan 50 mm/jam.



Gambar 3.5 Pengambilan erosi tanah untuk kotak sample tanpa tanaman

Demikian juga untuk kotak sample yang ditanami jagung diuji seperti cara tersebut diatas. Untuk pelaksanaannya pertama satu set kotak sample tanpa tanaman diuji sampai selesai, kemudian dilanjutkan dengan kotak sample yang diberi tanaman jagung (bisa dilihat pada matrik pengujian pada Tabel 3.5).



Gambar 3.6 Pengambilan erosi tanah untuk kotak sample dengan tanaman

Tabel 3.6 Matrik Pengujian di Laboratorium

Kemiringan ($^{\circ}$)	Jumlah pemakaian pupuk kandang sapi						
	0 kg/m ²	1 kg/m ²	2 kg/m ²	3 kg/m ²	4 kg/m ²	5 kg/m ²	6 kg/m ²
5	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
10	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
15	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

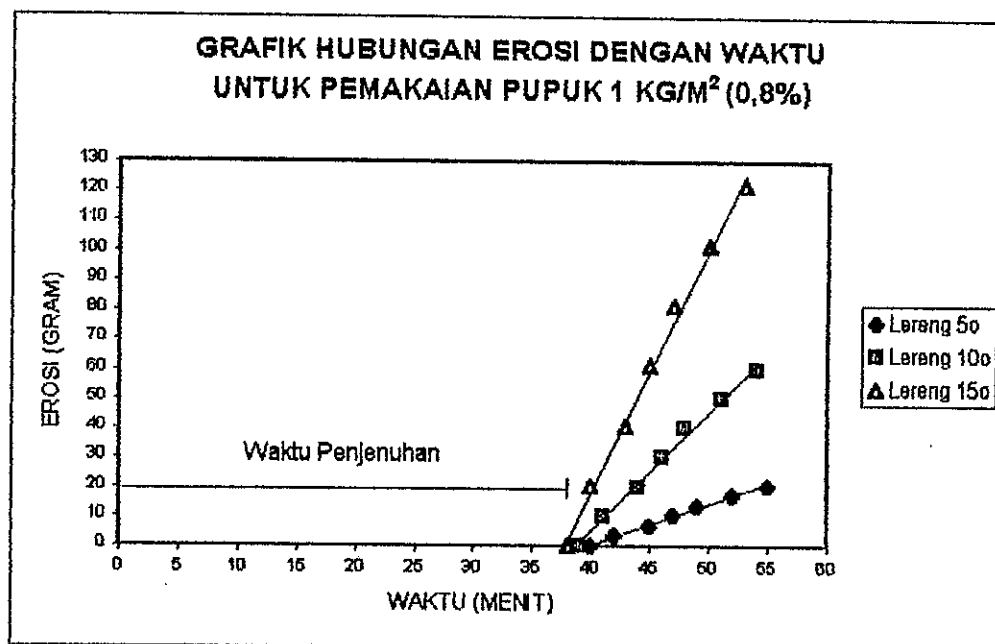
Catatan :

xx = diberi tanaman jagung dengan jarak tanam 15 cm x 15 cm.

3.3.2.4. Pengambilan Data Tanah Tererosi

Setelah alat bekerja, tunggu hingga kondisi sample tanah uji menjadi jenuh dan catat waktunya. Perhatikan aliran permukaan yang terjadi bila sudah mulai membawa butiran tanah, siapkan gelas ukur untuk menampung aliran permukaan

yang membawa butiran tanah tersebut. Tampung aliran permukaan yang mengandung butiran tanah ke dalam gelas ukur hingga volume 2 liter dan catat waktunya. Lakukan lagi untuk volume 2 liter yang kedua catat waktunya, teruskan hingga volume 2 liter yang ketiga juga catat waktunya. Setelah itu rainfall simulator dimatikan. Air yang didapat kemudian disaring untuk mendapatkan butiran tanahnya, kemudian butiran tanah yang didapat dikeringkan dan ditimbang beratnya. Data yang didapatkan tersebut catat dalam bentuk tabel. Berikut disajikan data hasil pengukuran erosi untuk kondisi tanpa tanaman dan dengan menggunakan tanaman berbagai variasi pemakaian pupuk. Kalau diperhatikan hubungan antara waktu dan jumlah erosi secara umum mempunyai kecenderungan linier, hal ini bisa dilihat pada grafik Gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7 Grafik hubungan antara waktu dan erosi

Tabel 3.7a Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman tanpa pupuk

A. PUPUK 0 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	7.68	
5	7.65	
5	7.73	
Jumlah	23.06	48 menit
10	21.89	
10	21.84	
10	21.93	
Jumlah	65.66	46 menit
15	43.58	
15	43.53	
15	43.55	
Jumlah	130.66	44 menit

Tabel 3.7b Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 0,8%

B. PUPUK 0,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	6.79	
5	6.77	
5	6.79	
Jumlah	20.35	55 menit
10	19.95	
10	19.97	
10	19.98	
Jumlah	59.90	54 menit
15	40.64	
15	40.65	
15	40.64	
Jumlah	121.93	53 menit

Tabel 3.7c Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 1,6%

C. PUPUK 1,6 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	6.00	
5	5.99	
5	6.00	
Jumlah	17.99	55 menit
10	17.29	
10	17.25	
10	17.27	
Jumlah	51.81	53 menit
15	35.16	
15	35.15	
15	35.16	
Jumlah	105.47	52 menit

Tabel 3.7d Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 2,4%

D. PUPUK 2,4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	5.43	
5	5.40	
5	5.42	
Jumlah	16.25	58 menit
10	15.73	
10	15.70	
10	15.72	
Jumlah	47.15	56 menit
15	31.43	
15	31.39	
15	31.41	
Jumlah	94.23	54 menit

Tabel 3.7e Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 3,2%.

E. PUPUK 3,2 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	4.98	
5	4.94	
5	4.96	
Jumlah	14.88	56 menit
10	14.16	
10	14.12	
10	14.14	
Jumlah	42.42	53 menit
15	27.47	
15	27.46	
15	27.47	
Jumlah	82.40	50 menit

Tabel 3.7f Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 4%

F. PUPUK 4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	4.47	
5	4.43	
5	4.45	
Jumlah	13.35	55 menit
10	12.90	
10	12.88	
10	12.91	
Jumlah	38.69	53 menit
15	25.60	
15	25.57	
15	25.58	
Jumlah	76.75	51 menit

Tabel 3.7g Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan tanpa tanaman dengan pemakaian pupuk 4,8%

G. PUPUK 4,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	4.55	
5	4.53	
5	4.54	
Jumlah	13.62	56 menit
10	13.21	
10	13.18	
10	13.19	
Jumlah	39.56	54 menit
15	26.12	
15	26.15	
15	26.13	
Jumlah	78.40	52 menit

Tabel 3.8a Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung tanpa pupuk

A. PUPUK 0 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	6.91	
5	6.99	
5	6.95	
Jumlah	20.85	64 menit
10	20.06	
10	20.01	
10	20.03	
Jumlah	60.10	62 menit
15	40.35	
15	40.26	
15	40.30	
Jumlah	120.91	60 menit

Tabel 3.8b Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 0,8%

B. PUPUK 0,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	5.12	
5	5.09	
5	5.11	
Jumlah	15.32	65 menit
10	14.78	
10	14.84	
10	14.81	
Jumlah	44.43	63 menit
15	29.57	
15	29.50	
15	29.53	
Jumlah	88.60	61 menit

Tabel 3.8c Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 1,6%

C. PUPUK 1,6 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	4.54	
5	4.51	
5	4.53	
Jumlah	13.58	66 menit
10	13.15	
10	13.08	
10	13.11	
Jumlah	39.34	64 menit
15	26.53	
15	26.48	
15	26.51	
Jumlah	79.52	62 menit

Tabel 3.8d Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 2,4%

D. PUPUK 2,4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	3.89	
5	3.96	
5	3.93	
Jumlah	11.78	68 menit
10	11.56	
10	11.51	
10	11.54	
Jumlah	34.61	66 menit
15	22.86	
15	22.81	
15	22.84	
Jumlah	68.51	64 menit

Tabel 3.8e Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 3,2%

E. PUPUK 3,2 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	3.60	
5	3.53	
5	3.56	
Jumlah	10.69	69 menit
10	10.54	
10	10.47	
10	10.51	
Jumlah	31.52	67 menit
15	21.22	
15	21.15	
15	21.18	
Jumlah	63.55	65 menit

Tabel 3.8f Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 4%

F. PUPUK 4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	3.22	
5	3.17	
5	3.20	
Jumlah	9.59	70 menit
10	9.14	
10	9.08	
10	9.11	
Jumlah	27.33	67 menit
15	18.23	
15	18.18	
15	18.21	
Jumlah	54.62	65 menit

Tabel 3.8g Data hasil pengukuran erosi dan lamanya hujan dengan tanaman jagung dengan pemakaian pupuk 4,8%

G. PUPUK 4,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan
5	3.20	
5	3.14	
5	3.17	
Jumlah	9.51	71 menit
10	9.10	
10	9.04	
10	9.07	
Jumlah	27.21	68 menit
15	17.92	
15	17.86	
15	17.89	
Jumlah	53.67	65 menit

3.3.2.5 Pengambilan Data Sifat Tanah

Data-data sifat tanah yang diperlukan adalah data parameter tanah yang mempunyai hubungan dengan parameter eodibilitas tanah K seperti distribusi ukuran butiran tanah, permeabilitas tanah, dan jumlah kandungan bahan organik. Untuk pengukuran dan pengambilan data-data tersebut di atas dapat dijelaskan sebagai berikut :

(1). Pengukuran Analisa Butirran

Untuk mengetahui distribusi ukuran butiran tanah dilakukan dengan pengujian analisa ayak dan hidrometer. Dari hasil pengujian ini akan didapatkan persentase dari masing-masing ukuran butiran sehingga dapat ditentukan kelas dari tekstur tanahnya. Dari hasil pengujian ini untuk tanah regosol kelabu masuk ke dalam kelas 1 yaitu granular sangat halus. Untuk pelaksanaan pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Siapkan sample tanah dan keringkan dalam oven selama kurang lebih 24 jam
- Setelah kering didinginkan dalam desikator
- Ambil 500 gram (W_1) kemudian rendam dalam air selama 24 jam
- Dicuci dengan menggunakan saringan No. 200 (diameter 0,075 mm)
- Butiran yang tertahan dan yang lolos saringan No. 200 dikeringkan dalam oven selama 24 jam
- Untuk tanah yang tertahan di saringan No. 200 dilakukan analisa ayakan dengan satu set ayakan disusun dengan diameter terbesar di bagian atas berurutan hingga diameter yang terkecil dan di bawah sendiri pan
- Timbang berat masing-masing ayakan (W_2)

- Letakkan satu set ayakan tersebut ke dalam penggetar dan masukkan tanah yang tertahan saringan No. 200 yang sebelumnya diketahui beratnya, getarkan selama 10 menit
- Timbang masing-masing saringan beserta butiran tanah yang tertinggal dalam saringan (W_3)
- Hitung berat tanah tertahan $W_4 = W_3 - W_2$
- Hitung persentase berat tanah tertahan $= W_4/W_1 \times 100 \%$
- Hitung persentase kumulatif tanah tertahan yaitu jumlah persentase tanah yang tertahan diatas semua saringan yang lebih besar dari saringan yang bersangkutan
- Hitung persentase lolosnya yaitu 100% dikurangi persentasi kumulatif

Kemudian untuk mengetahui ukuran butiran tanah yang lolos saringan No. 200 dilakukan dengan pengujian hidrometer . Adapun langkah pengujiannya adalah sebagai berikut :

- Timbang sample tanah yang lolos saringan No. 200 yang sudah dikeringkan sebanyak 50 gram
- Rendam dalam larutan sodium hexametaphospat 4 % selama 16 jam agar butiran tanah saling terpisah
- Setelah direndam masukkan dalam mixer dan tambahkan air suling setengahnya, dimixer selama 1 menit
- Masukkan ke dalam gelas ukur tambahkan air suling hingga volumenya mencapai 1000 ml

- Kocok hingga larutan merata letakkan di atas meja, masukkan hidrometer secara perlahan ke dalam larutan dan bertepatan dengan masuknya hidrometer hidupkan stopwatch
- Lakukan pembacaan hidrometer pada waktu 1, 2, 3, dan 4 menit dan catat temperaturnya
- Larutan dikocok kembali hingga merata, masukkan hidrometer secara perlahan dan lakukan pembacaan hidrometer pada waktu 1, 2, 3, 4, 8, 15, 30, menit, 1, 2, 3, 4, 8, 16 jam, 1, 2, 3, 4 hari dan catat temperaturnya untuk setiap kali pembacaan
- Jangan lupa catat No. seri hidrometer, zero correction dan meniscus corectionnya.
- Hitung persen finer = $\frac{Rc.a}{Ws} \times 100$ *tolos 0,075mm*

Dimana : $Rc = Ra + \text{zero correction} - Ct$

Ra = hasil pembacaan

Ct = faktor koreksi temperatur

a = faktor koreksi berat jenis

Ws = berat sample yaitu 50 gram

- Hitung pembacaan hidrometer $R = Ra + \text{miniscus correction}$
- Hitung tinggi efektif hidrometer L berdasarkan besarnya nilai R
- Dicari angka koreksi berat jenis K pada setiap perubahan temperatur
- Hitung diameter butiran dengan rumus :

$$D = K \sqrt{\frac{L}{t}} \dots\dots\dots(3.5)$$

dimana : D = diameter butir (mm)

K = angka koreksi berat jenis pada setiap perubahan waktu

L = tinggi efektif hidrometer

t = waktu pembacaan hidrometer dalam menit

Dari hasil pengujian analisa butiran didapat susunan butiran sebagai berikut :

Tekstur tanah masuk kedalam tekstur granular sangat halus dengan kode S = 1

Persentase pasir = 40 %

Persentase debu + pasir sangat halus = 30 %

(2). Pengukuran Permeabilitas

Untuk mengetahui kelas permeabilitas tanah dilakukan dengan uji permeabilitas metode constant head. Dari hasil uji ini akan didapatkan seberapa besar kecepatan rembesan air (permeabilitas) dari jenis tanah yang digunakan. Untuk berbagai variasi pemakaian pupuk kandang sapi akan mempengaruhi sifat permeabilitas dari tanah.

Untuk langkah pengujian permeabilitas dapat diuraikan sebagai berikut :

- Timbang tabung sample + batu pori + karet seal + dua karet penjepit (W_1)
- Pasang batu pori dalam tabung sample pada sisi bawah dan kencangkan karet penjepit
- Masukkan tanah dalam tabung sample dan padatkan sesuai dengan kepadatan asli di lapangan
- Pasang batu pori pada bagian atas tabung sample, kencangkan karet penjepit
- Ukur panjang sample L dan diameter sample D

- Timbang berat tabung sample + tanah di dalamnya (W_2)
- Pasang tabung yang berisi sample tanah pada landasan dan kencangkan baut-baut pengunci agar tidak bocor saat pengujian
- Pasang pipa-pipa plastik yang menghubungkan pemasukkan air ke sample, juga yang keluar dari sample
- Alirkan air ke dalam sample dan hilangkan gelembung-gelembung udara yang berada pada pipa-pipa plastik, dan pastikan tidak terjadi kebocoran
- Ukur ketinggian muka air pada pengisian dan pengeluaran (h) sampai didapatkan ketinggian yang tetap
- Ukur volume air yang keluar dari pelimpah yang terdapat pada gelas ukur dan catat waktunya
- Jangan lupa catat juga suhu airnya.
- Hitung permeabilitasnya dengan rumus :

$$K = \frac{q.L}{A.h.t} \dots\dots\dots(3.6)$$

dimana : K = permeabilitas (cm/menit)

q = debit rata-rata (cm^3/menit)

L = panjang sample (cm)

A = luas penampang sample

h = perbedaan tinggi lubang pemasukkan dan pengeluaran

t = waktu (menit)

Dari hasil uji memperlihatkan bahwa semakin besar jumlah pemakaian pupuk kandang sapi dapat meningkatkan besarnya permeabilitas tanah.

Dari hasil pengujian permeabilitas didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3.9 Permeabilitas tanah untuk masing-masing pemakaian pupuk

Pupuk (%)	Permeabilitas (cm/jam)
0,0	5,40
0,8	6,43
1,6	6,83
2,4	7,54
3,2	7,86
4,0	8,05
4,8	8,05

(3). Pengukuran Kadar Organik

Untuk pengukuran kadar organik tanah dilakukan pada setiap campuran tanah dan pupuk kandang sapi. Pengukuran dilakukan di laboratorium, dan dari hasil pengukuran didapatkan hasil bahwa terjadi peningkatan kandungan bahan organik dengan semakin besarnya penambahan pupuk kandang sapi yang diberikan pada tanah regosol kelabu. Penambahan bahan organik dalam tanah bisa dikatakan berbanding lurus dengan penambahan pupuk kandang sapi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 3.9 berikut ini.

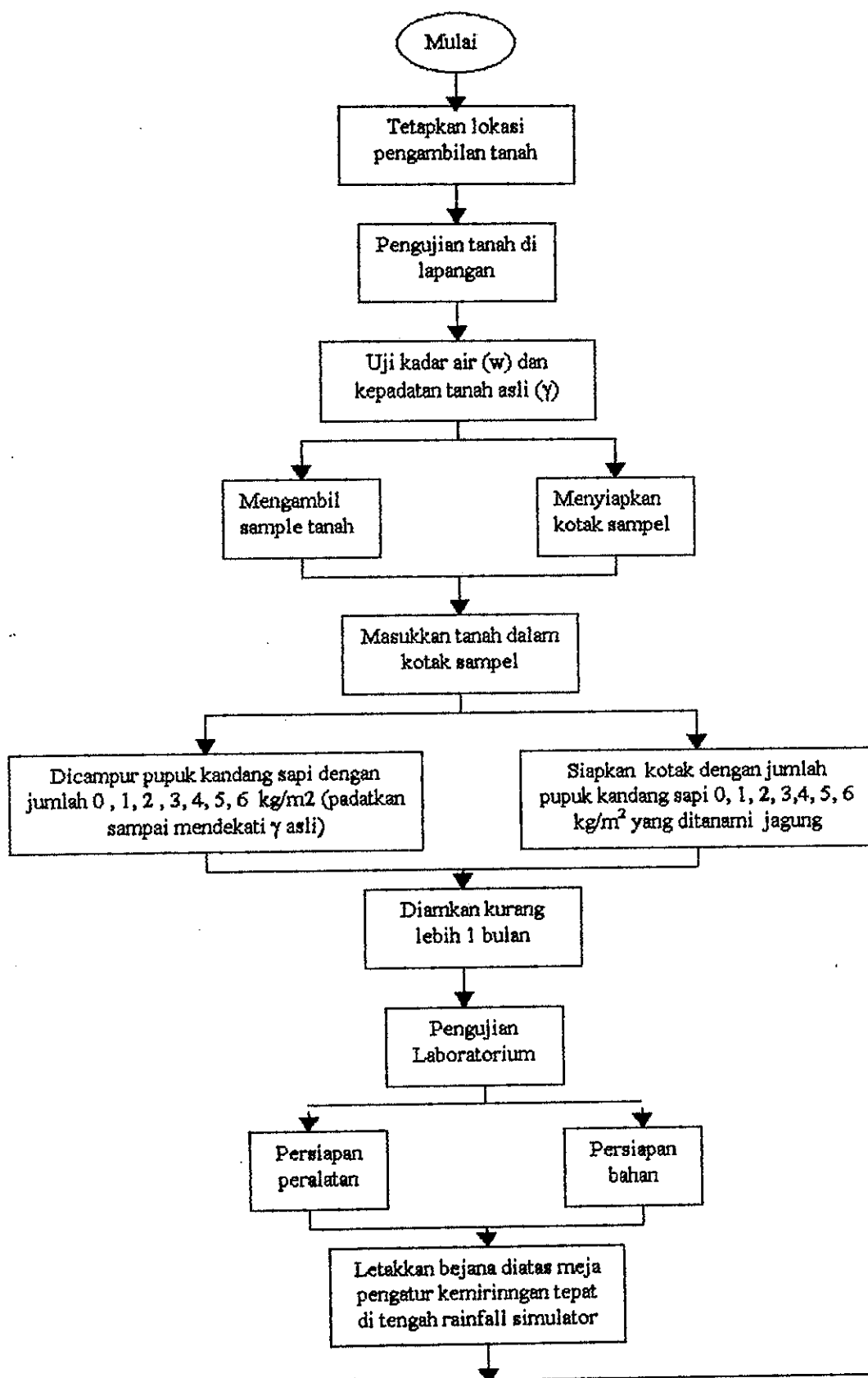
Tabel 3.10 Kandungan bahan organik untuk masing-masing pemakaian pupuk

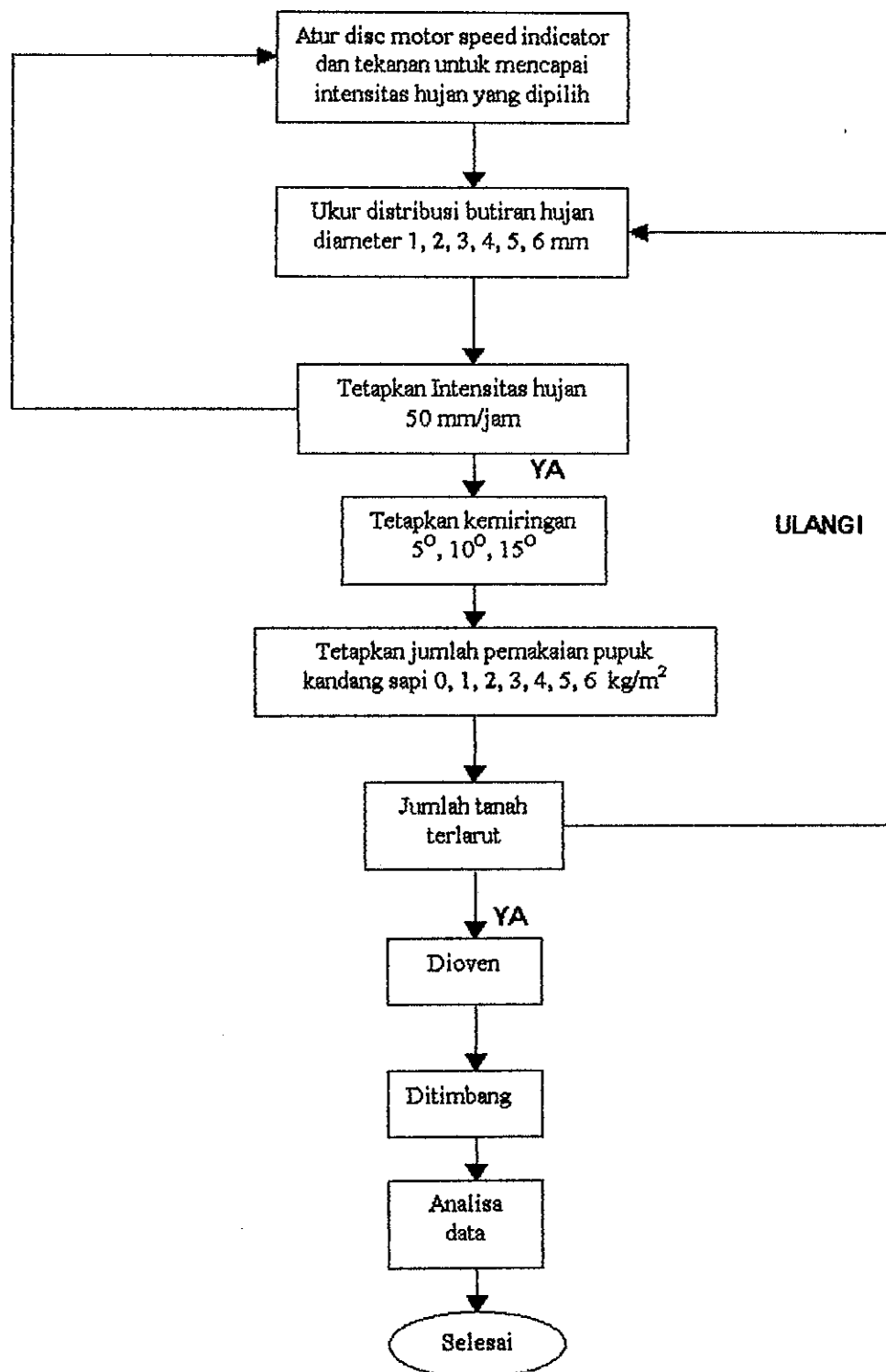
Pupuk (%)	Bahan Organik (%)
0,0	1,4
0,8	2,2
1,6	3,0
2,4	3,8
3,2	4,6
4,0	5,4
4,8	6,2

3.4. Analisa Data

Dari pengujian di laboratorium ini akan didapatkan data intensitas hujan, data energi kinetik, data jumlah pemakaian pupuk kandang sapi, data berat tanah tererosi.. Dari data yang didapatkan tersebut di atas dapat dibuat grafik hubungan antara data satu dengan data lainnya. Seperti grafik hubungan jumlah pemakaian pupuk kandang sapi dengan berat tanah tererosi untuk masing-masing kemiringan lahan.

Secara teoritis jumlah pemakaian pupuk kandang sapi, akan mempengaruhi besarnya tanah yang tererosi. Karena pemakaian pupuk kandang sapi akan menambah jumlah kandungan bahan organik dalam tanah yang akan berpengaruh terhadap besarnya tanah yang tererosi. Dari grafik hubungan masing-masing data yang didapat, perlu dicari trendnya apakah linier atau non linier. Setelah didapat trendnya perlu dicari juga koefisien korelasinya.





Gambar 3.8 Bagan Alir Penelitian

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Erosi Terukur

Erosi terukur yang dimaksud disini adalah data-data erosi hasil pengamatan di laboratorium dengan menggunakan alat rainfall simulator. Baik untuk kondisi tanpa tanaman maupun dengan tanaman jagung dengan berbagai variasi kemiringan, dan variasi jumlah pemakaian pupuk.

Dari pengamatan didapatkan suatu hasil bahwa erosi semakin besar dengan bertambahnya kemiringan lereng untuk variasi jumlah pemakaian pupuk. Untuk variasi pemakaian pupuk kandang sapi semakin besar jumlah pemakaian pupuk mempunyai kecenderungan semakin kecil jumlah erosi yang terjadi. Tetapi untuk jumlah pemakaian pupuk lebih besar dari 4 % dapat dikatakan bahwa besarnya erosi yang terjadi mendekati sama. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Erosi Terukur untuk Berbagai Kemiringan Lereng

A. KEMIRINGAN LERENG 5°

Pupuk (%)	Erosi (tanpa tanaman)		Erosi (dengan tanaman)	
	(gr/m ²)	(ton/ha)	(gr/m ²)	(ton/ha)
0.0	23.06	0.2306	20.85	0.2085
0.8	20.35	0.2035	15.32	0.1532
1.6	17.99	0.1799	13.58	0.1358
2.4	16.25	0.1625	11.78	0.1178
3.2	14.88	0.1488	10.69	0.1069
4.0	13.35	0.1335	9.69	0.0969
4.8	13.62	0.1362	9.51	0.0951

B. KEMIRINGAN LERENG 10°

Pupuk (%)	Erosi (tanpa tanaman)		Erosi (dengan tanaman)	
	(gr/m ²)	(ton/ha)	(gr/m ²)	(ton/ha)
0.0	65.66	0.6566	60.10	0.6010
0.8	59.90	0.5990	44.43	0.4443
1.6	51.81	0.5181	39.34	0.3934
2.4	47.15	0.4715	34.61	0.3461
3.2	42.42	0.4242	31.52	0.3152
4.0	38.69	0.3869	27.33	0.2733
4.8	39.56	0.3956	27.21	0.2721

C. KEMIRINGAN LERENG 15°

Pupuk (%)	Erosi (tanpa tanaman)		Erosi (dengan tanaman)	
	(gr/m ²)	(ton/ha)	(gr/m ²)	(ton/ha)
0.0	130.66	1.3066	120.91	1.2091
0.8	121.93	1.2193	88.60	0.8860
1.6	105.47	1.0547	79.52	0.7952
2.4	94.23	0.9423	68.51	0.6851
3.2	82.40	0.8240	63.55	0.6355
4.0	76.75	0.7675	54.62	0.5462
4.8	78.40	0.7840	54.57	0.5457

4.2 Menentukan Parameter Persamaan Umum Kehilangan Tanah (PUKT)

Parameter-parameter yang perlu ditentukan disini adalah parameter-parameter yang terdapat pada persamaan USLE yaitu : (1) Erosifitas hujan R, (2) Erodibilitas Tanah K, (3) Faktor panjang dan kemiringan lereng LS, (4) Faktor tanaman, dan (5) Faktor tindakan konservasi P.

4.2.1 Erosifitas Hujan R

Besarnya erosiifitas hujan sangat ditentukan oleh energi yang dihasilkan oleh hujan yang dipengaruhi oleh intensitas hujan, diameter butir hujan, distribusi ukuran butir hujan, dan kedalaman hujan. Untuk menghitung besarnya erosiifitas hujan digunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = E h$$

dimana : $R = \text{Erosivitas hujan [J/m}^2 \text{]}$

$E = \text{Energi kinetik [J/m}^2\text{/mm]}$

$h = \text{kedalaman hujan [mm]}$

Contoh Perhitungan :

Karena Intensitas yang digunakan 50 mm/jam sehingga didapatkan besarnya :

Energi kinetik hujan $E = 11,87 + 8,73 \log 50 = 26,702 \text{ J/m}^2\text{/mm}$

Luas penakar hujan $A = 1/4\pi \cdot 7,102^2 = 39,625 \text{ cm}$

Waktu hujan $t = 48 \text{ menit}$

Volume hujan $Q = 50 \times 39,625 \times 48 / 600 = 158,5 \text{ cm}^3$

Kedalaman hujan $h = 158,5 / 41,2825 = 3,8394 \text{ cm} = 38,394 \text{ mm}$.

Erosifitas hujan $R = 26,702 \times 38,394 = 1025,357 \text{ J/m}^2$.

Tabel 4.2 Nilai erosi-fitas hujan R hasil pengamatan kondisi tanpa tanaman

A. PUPUK 0%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	7.68		
5	7.65		
5	7.73		
Jumlah	23.06	48 menit	1025.357
10	21.89		
10	21.84		
10	21.93		
Jumlah	65.66	46 menit	982.6336
15	43.58		
15	43.53		
15	43.55		
Jumlah	130.66	44 menit	939.9104

B. PUPUK 0,8%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	6.79		
5	6.77		
5	6.79		
Jumlah	20.35	55 menit	1174.888
10	19.98		
10	19.95		
10	18.97		
Jumlah	59.90	54 menit	1153.526
15	40.64		
15	40.65		
15	40.64		
Jumlah	121.93	53 menit	1132.165

C. PUPUK 1,6 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	6.00		
5	5.99		
5	6.00		
Jumlah	17.99	55 menit	1174.888
10	17.29		
10	17.25		
10	17.27		
Jumlah	51.81	53 menit	1132.165
15	35.16		
15	35.15		
15	35.16		
Jumlah	105.47	52 menit	1110.803

D. PUPUK 2,4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	5.43		
5	5.40		
5	5.42		
Jumlah	16.25	58 menit	1238.973
10	15.73		
10	15.70		
10	15.72		
Jumlah	47.15	56 menit	1196.25
15	31.43		
15	31.39		
15	31.41		
Jumlah	94.23	54 menit	1153.526

E. PUPUK 3,2 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	4.98		
5	4.94		
5	4.96		
Jumlah	14.88	56 menit	1196.25
10	14.16		
10	14.12		
10	14.14		
Jumlah	42.42	53 menit	1132.165
15	27.47		
15	27.46		
15	27.47		
Jumlah	82.40	50 menit	1068.08

F. PUPUK 4 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	4.47		
5	4.43		
5	4.45		
Jumlah	13.35	55 menit	1174.888
10	12.90		
10	12.88		
10	12.91		
Jumlah	38.69	53 menit	1132.165
15	25.60		
15	25.57		
15	25.58		
Jumlah	76.75	51 menit	1089.442

G. PUPUK 4,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	4.55		
5	4.53		
5	4.54		
Jumlah	13.62	56 menit	1196.25
10	13.21		
10	13.16		
10	13.19		
Jumlah	39.56	54 menit	1153.526
15	26.12		
15	26.15		
15	26.13		
Jumlah	78.40	52 menit	1110.803

Tabel 4.3 Nilai erosi-fitas hujan R hasil pengamatan kondisi dengan tanaman

A. PUPUK 0%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	6.91		
5	6.99		
5	6.95		
Jumlah	20.85	64 menit	1367.17
10	20.06		
10	20.01		
10	20.03		
Jumlah	60.10	62 menit	1324.44
15	40.35		
15	40.26		
15	40.30		
Jumlah	120.91	60 menit	1281.72

B. PUPUK 0.8%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	5.12		
5	5.09		
5	5.11		
Jumlah	15.32	65 menit	1388.53
10	14.78		
10	14.84		
10	14.81		
Jumlah	44.43	63 menit	1345.81
15	29.57		
15	29.50		
15	29.53		
Jumlah	88.60	61 menit	1303.08

C. PUPUK 1.6%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	4.54		
5	4.51		
5	4.53		
Jumlah	13.58	66 menit	1409.89
10	13.15		
10	13.08		
10	13.11		
Jumlah	39.34	64 menit	1367.17
15	26.53		
15	26.48		
15	26.51		
Jumlah	79.52	62 menit	1324.44

D. PUPUK 2.4%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	3.89		
5	3.96		
5	3.93		
Jumlah	11.78	68 menit	1452.62
10	11.56		
10	11.51		
10	11.54		
Jumlah	34.61	66 menit	1409.89
15	22.86		
15	22.81		
15	22.84		
Jumlah	68.51	64 menit	1367.17

E. PUPUK 3.2%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	3.60		
5	3.53		
5	3.56		
Jumlah	10.69	69 menit	1473.98
10	10.54		
10	10.47		
10	10.51		
Jumlah	31.52	67 menit	1431.25
15	21.22		
15	21.15		
15	21.18		
Jumlah	63.55	65 menit	1388.53

F. PUPUK 4%

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	3.22		
5	3.17		
5	3.20		
Jumlah	9.59	70 menit	1495.34
10	9.14		
10	9.08		
10	9.11		
Jumlah	27.33	67 menit	1431.25
15	18.23		
15	18.18		
15	18.21		
Jumlah	54.62	65 menit	1388.53

G. PUPUK 4,8 %

LERENG(°)	EROSI(gr)	Wkt.Hujan	R
5	3.20		
5	3.14		
5	3.17		
Jumlah	9.51	71 menit	1516.74
10	9.10		
10	9.04		
10	9.07		
Jumlah	27.21	68 menit	1452.62
15	18.19		
15	18.17		
15	18.21		
Jumlah	54.57	65 menit	1388.53

4.2.2 Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng LS

Nilai faktor kemiringan lereng dapat dihitung menggunakan persamaan 2,7 :

$$LS = \left[\frac{x}{22,13} \right]^m \cdot (0,065 + 0,045 \cdot S + 0,0065 \cdot S^2)$$

keterangan :

- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng
x = panjang lereng (m)
S = kemiringan lereng (%)
m = konstanta yang besarnya tergantung besarnya S.

Contoh perhitungan :

Kemiringan 5° = 8,75 %

$$LS = \left[\frac{1}{22,13} \right]^{0,5} (0,065 + 0,045 \cdot 8,75 + 0,0065 \cdot 8,75^2) = 0,2033$$

Sehingga untuk kemiringan lereng 5°, 10°, dan 15° didapatkan nilai-nilai LS sebagai berikut :

Tabel 4.4. Nilai LS untuk masing-masing kemiringan lereng

KEMIRINGAN LERENG		LS
5°	8,75 %	0.2033
10°	17,50 %	0.6102
15°	26,25 %	1.2626

4.2.3 Erodibilitas Tanah K

Nilai erodibilitas tanah K dapat dihitung dengan persamaan 2.6 :

$$K = \frac{A}{R \cdot LS}$$

keterangan : K = Erodibilitas tanah [gr/joule]

A = Erosi [gram/m²]

R = Erosivitas hujan [joule/m²]

LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng [tanpa satuan]

Contoh perhitungan :

Erosi tanah A = 23,06 gr/m²

Erosivitas hujan R = 1025,357 J/m²

Panjang dan kemiringan lereng LS = 0,2033

Erodibilitas tanah K = 23.06 / (1025,357 x 0,2033) = 0,1106 gr/J.

Tabel 4.5 Nilai erodibilitas tanah K hasil pengamatan untuk berbagai kemiringan

PUPUK (%)	ERODIBILITAS TANAH (gr/J)		
	KEMIRINGAN		
	5°	10°	15°
0.0	0.1106	0.1095	0.1101
0.8	0.0852	0.0851	0.0853
1.6	0.0753	0.0750	0.0752
2.4	0.0645	0.0646	0.0647
3.2	0.0612	0.0614	0.0611
4.0	0.0559	0.0560	0.0558
4.8	0.0560	0.0562	0.0559

Kalau diperhatikan dari Tabel 4.5 terlihat bahwa semakin besar jumlah pemakaian pupuk memberikan kecenderungan semakin mengecilnya nilai erodibilitas tanah K. Sedangkan nilai erodibilitas tanah untuk berbagai kemiringan pada kondisi jumlah pemakaian pupuk yang sama dapat dikatakan tidak mengalami perubahan yang besar atau dengan kata lain dapat dikatakan hampir sama. Sehingga dari ketiga variasi kemiringan yang ada nilai erodibilitas tanah K dapat disatukan menjadi tabel 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.6 Nilai erodibilitas tanah K untuk berbagai jumlah pemakaian pupuk

PUPUK (%)	Erodibilitas Tanah (K)
0.0	0.110
0.8	0.085
1.6	0.075
2.4	0.065
3.2	0.061
4.0	0.056
4.8	0.056

4.2.4 Faktor Tanaman C

Nilai faktor tanaman C pada penelitian ini tidak diperhitungkan, karena tanaman yang digunakan disini dimaksudkan hanya sebagai pembanding apakah pupuk kandang sapi memberi pengaruh langsung pada erosi ataukah memberi pengaruh pada tingkat kesuburan tanaman.

4.2.5 Faktor Tindakan Konservasi P

Pada penelitian ini faktor tindakan konservasi P diasumsikan sama dengan 1 karena tidak ada tindakan konservasi yang dilakukan.

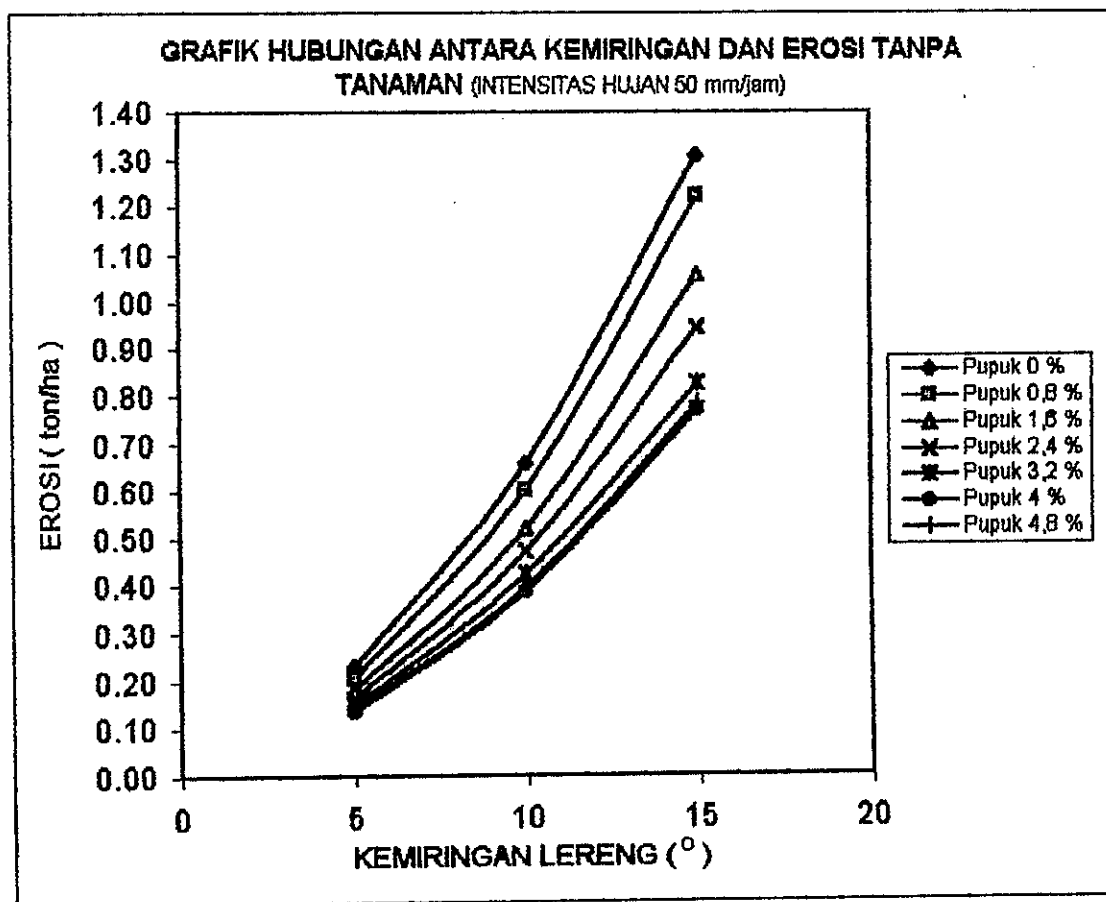
4.3 Pembahasan

4.3.1 Pengaruh Kemiringan Terhadap Laju Erosi Tanah

Kemiringan lereng merupakan faktor yang sangat penting didalam mempengaruhi besarnya jumlah erosi lahan. Hal ini bisa dilihat dengan semakin besar kemiringan suatu lereng akan mengakibatkan semakin besar pula nilai faktor panjang dan kemiringan lereng LS, yang pada akhirnya akan mengakibatkan besarnya laju erosi lahan. Dari hasil penelitian terlihat jelas bahwa erosi yang dihasilkan pada kemiringan 5° memberikan hasil erosi yang lebih kecil dibanding kemiringan 10°, kemiringan 10° memberikan hasil erosi yang lebih kecil dibandingkan kemiringan 15°. Hal ini berlaku untuk setiap variasi jumlah pemakaian pupuk kandang sapi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Tabel 4.7 dan grafik Gambar 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.7 Erosi pada variasi pemakaian pupuk untuk berbagai kemiringan lereng kondisi tanpa tanaman

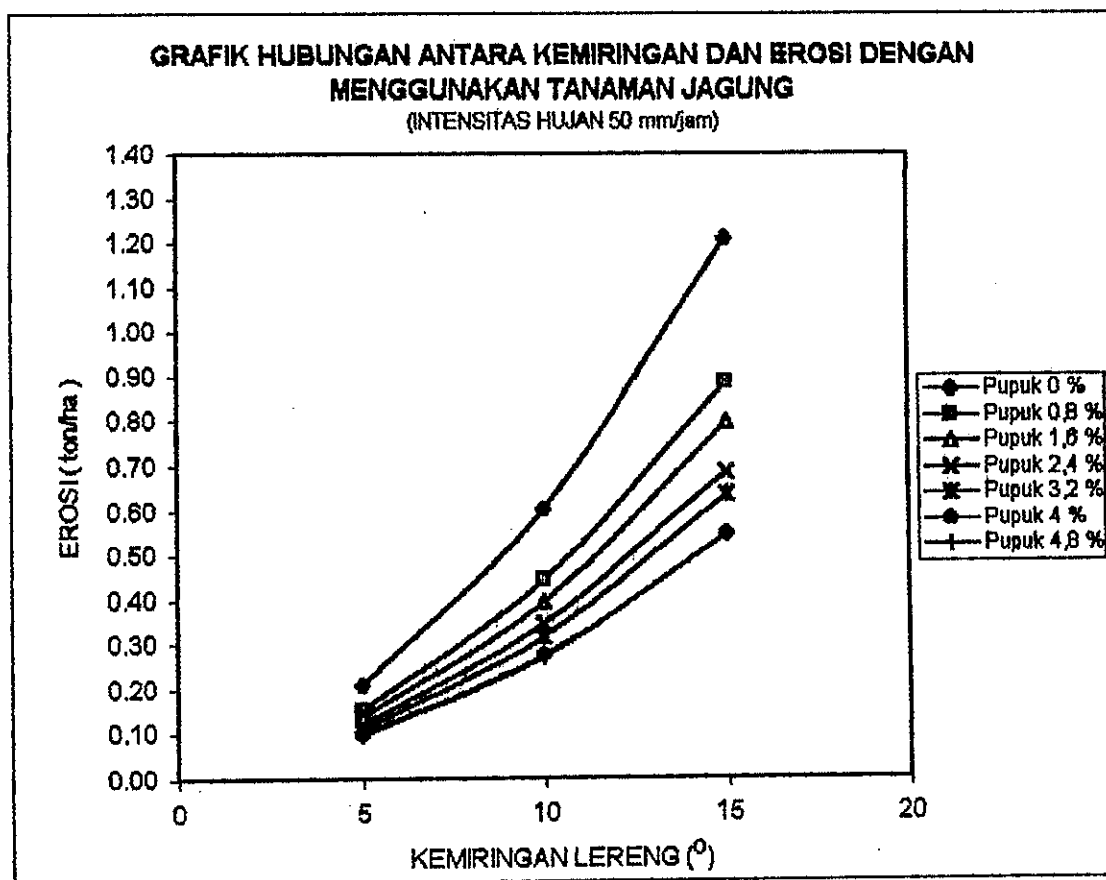
KEMIRINGAN (°)	EROSI (ton/ha)						
	PEMAKAIAN PUPUK						
	0%	0,8 %	1,6 %	2,4 %	3,2 %	4,0 %	4,8 %
5	0,2306	0,2035	0,1799	0,1625	0,1488	0,1335	0,1362
10	0,6566	0,5990	0,5181	0,4715	0,4242	0,3869	0,3956
15	1,3066	1,2193	1,0547	0,9423	0,8240	0,7675	0,7840



Gambar 4.1 Grafik hubungan antara kemiringan lereng dan laju erosi kondisi tanpa tanaman

Tabel 4.8 Erosi pada variasi pemakaian pupuk untuk berbagai kemiringan lereng kondisi dengan tanaman jagung

KEMIRINGAN (°)	EROSI (ton/ha)						
	PEMAKAIAN PUPUK						
	0%	0,8%	1,6%	2,4%	3,2%	4,0%	4,8%
5	0,2085	0,1532	0,1358	0,1178	0,1069	0,0969	0,0951
10	0,6010	0,4443	0,3934	0,3461	0,3152	0,2733	0,2721
15	1,2091	0,8860	0,7952	0,6851	0,6355	0,5462	0,5457



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara kemiringan lereng dan laju erosi kondisi dengan tanaman jagung

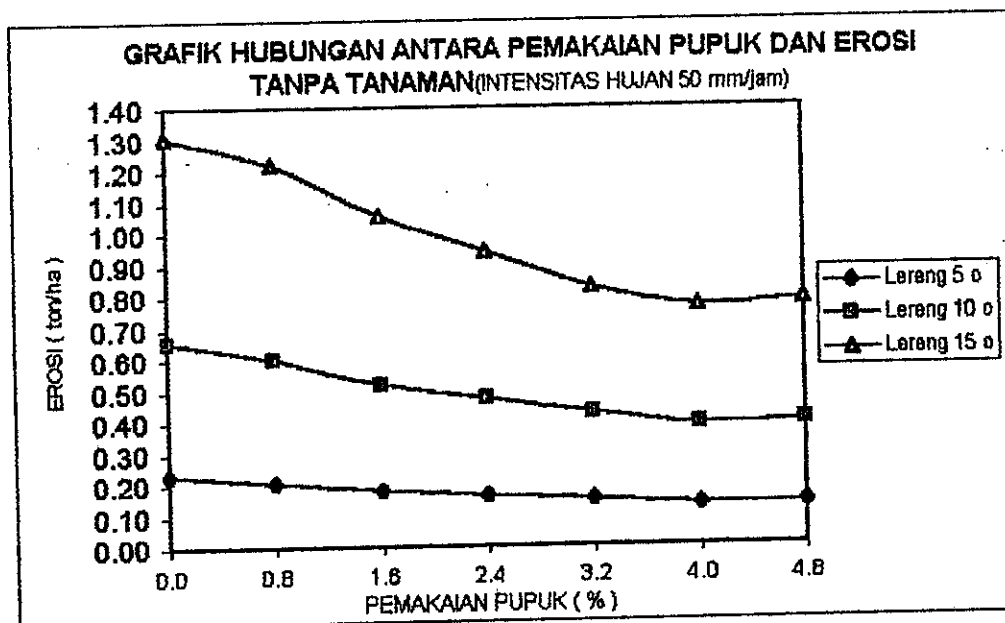
4.3.2 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Laju Erosi

Pemakaian pupuk kandang sapi disamping dapat menambah tingkat kesuburan tanah juga dapat memperbaiki sifat-sifat tanah seperti membuat granulasi tanah lebih baik, meningkatkan daya serap terhadap air, dan memperbaiki struktur tanah. Hal ini dimungkinkan karena dengan pemberian pupuk kandang sapi mengakibatkan bertambahnya kandungan organik di dalam tanah, yang pada akhirnya dapat menurunkan laju erosi tanah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan penambahan pupuk kandang sapi yang lebih besar akan mengakibatkan memurunnya

jumlah erosi yang dihasilkan. Akan tetapi ada suatu kondisi dimana besarnya erosi bisa dikatakan hampir sama bahkan bisa dikatakan naik sedikit yaitu pada pemakaian pupuk kandang sapi 4 % dan 4,8 %. Hal ini menandakan bahwa diantara pemakaian pupuk kandang sapi 4 % sampai 4,8 % ada suatu nilai optimal jumlah pemakaian pupuk kandang sapi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 4.9 Erosi pada variasi pemakaian pupuk kandang sapi untuk berbagai kemiringan kondisi tanpa tanaman

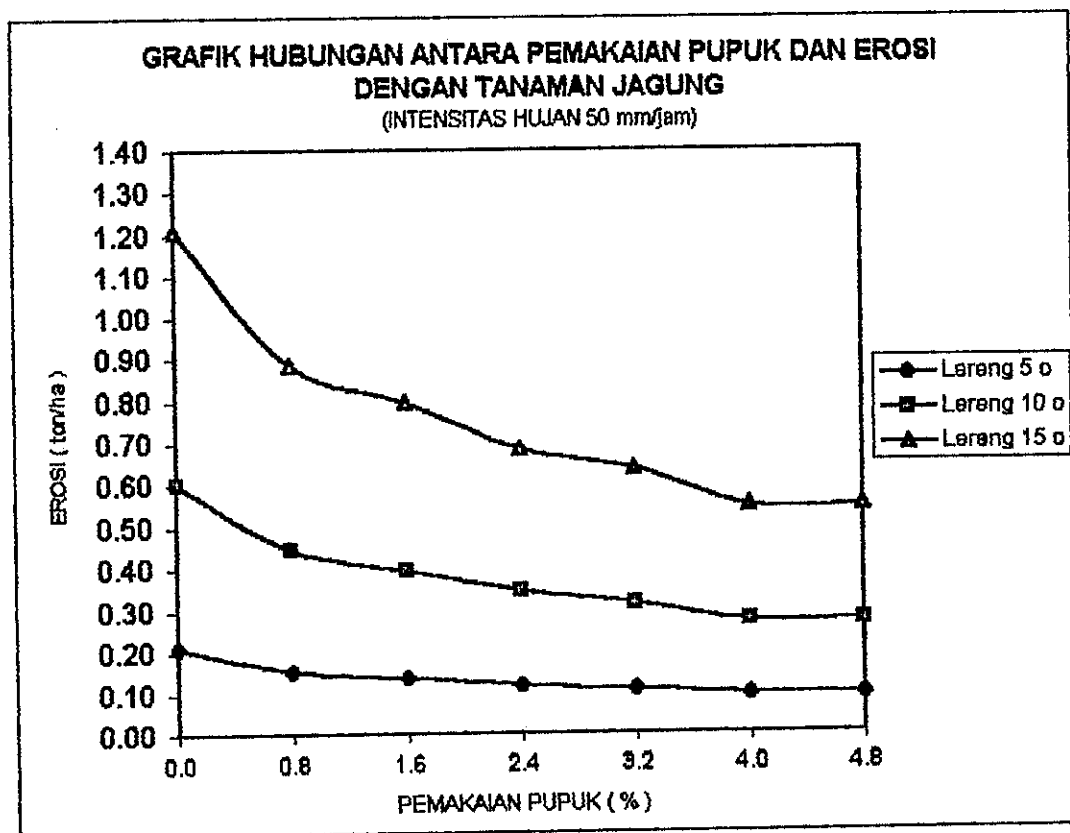
Pupuk (%)	Erosi (ton/ha)		
	Kemiringan		
	5°	10°	15°
0.0	0.2306	0.6566	1.3066
0.8	0.2035	0.5990	1.2193
1.6	0.1799	0.5181	1.0547
2.4	0.1625	0.4715	0.9423
3.2	0.1488	0.4242	0.8240
4.0	0.1335	0.3869	0.7675
4.8	0.1362	0.3956	0.7840



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara pemakaian pupuk kandang sapi dan erosi untuk berbagai kemiringan kondisi tanpa tanaman

Tabel 4.10 Erosi pada variasi pemakaian pupuk kandang sapi untuk berbagai kemiringan kondisi dengan tanaman jagung

Pupuk (%)	Erosi (ton/ha)		
	Kemiringan		
	5°	10°	15°
0.0	0.2085	0.6010	1.2091
0.8	0.1532	0.4443	0.8860
1.6	0.1358	0.3934	0.7952
2.4	0.1178	0.3461	0.6851
3.2	0.1069	0.3152	0.6365
4.0	0.0969	0.2733	0.5462
4.8	0.0951	0.2721	0.5457



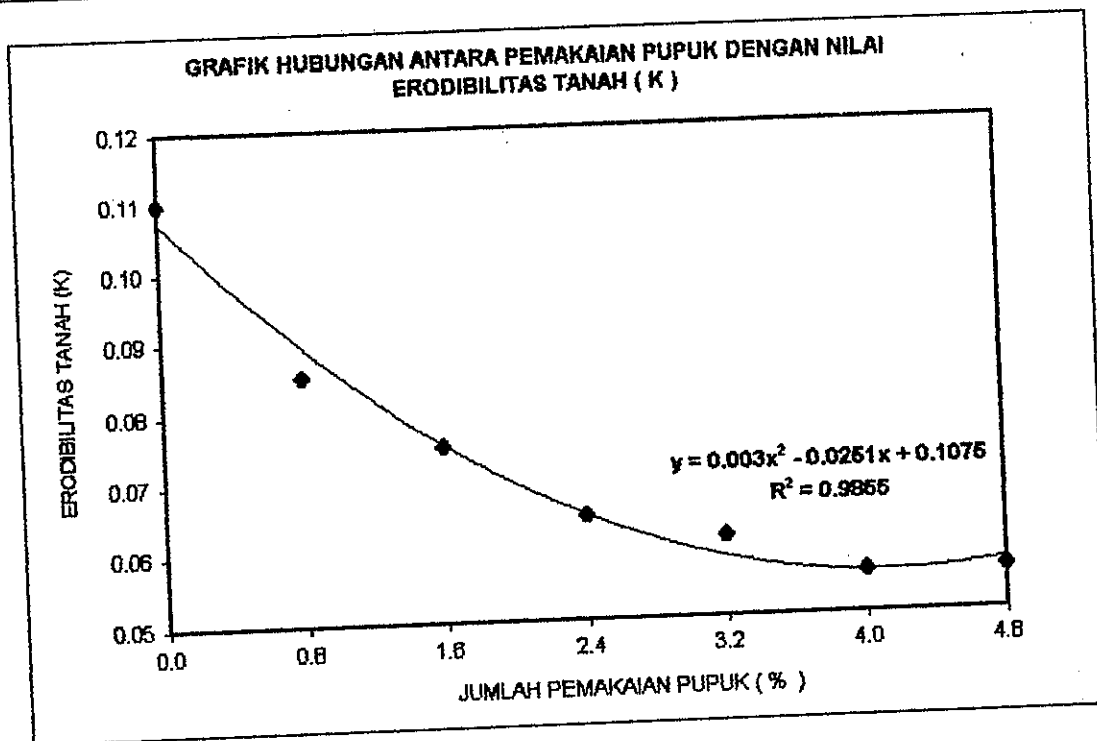
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara pemakaian pupuk kandang sapi dan erosi untuk berbagai kemiringan kondisi dengan tanaman jagung

4.3.3 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Nilai Erodibilitas Tanah K

Pemakaian pupuk kandang sapi diharapkan dapat memperbaiki sifat dan struktur tanah dengan penambahan bahan organik yang dimilikinya. Seperti telah dijelaskan dimuka bahwa penambahan bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan sifat dan struktur tanah. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah pemakaian pupuk kandang sapi memberi kecenderungan pada menurunnya nilai erodibilitas tanah K. Hal ini menandakan bahwa pemakaian pupuk kandang sapi dapat meningkatkan perbaikan tanah. Namun ada suatu kondisi dimana nilai erodibilitas tanah K hampir mendekati sama atau mulai naik yaitu pada jumlah pemakaian pupuk kandang sapi 4 % dan 4,8 %. Kalau dilihat trend yang dihasilkan dari hubungan antara pemakaian pupuk dan erodibilitas tanah yaitu $Y = 0,003 X^2 - 0,0251 X + 0,1075$ akan didapat suatu nilai erodibilitas tanah K yang optimal sebesar 0,056 gr/J pada kondisi pemakaian pupuk 4,15 %. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel dan gambar di bawah ini.

Tabel 4.11 Nilai erodibilitas tanah K untuk berbagai variasi pemakaian pupuk kandang sapi

PEMAKAIAN PUPUK (%)	ERODIBILITAS TANAH (K)
0.0	0.110
0.8	0.085
1.6	0.075
2.4	0.065
3.2	0.061
4.0	0.056
4.8	0.056

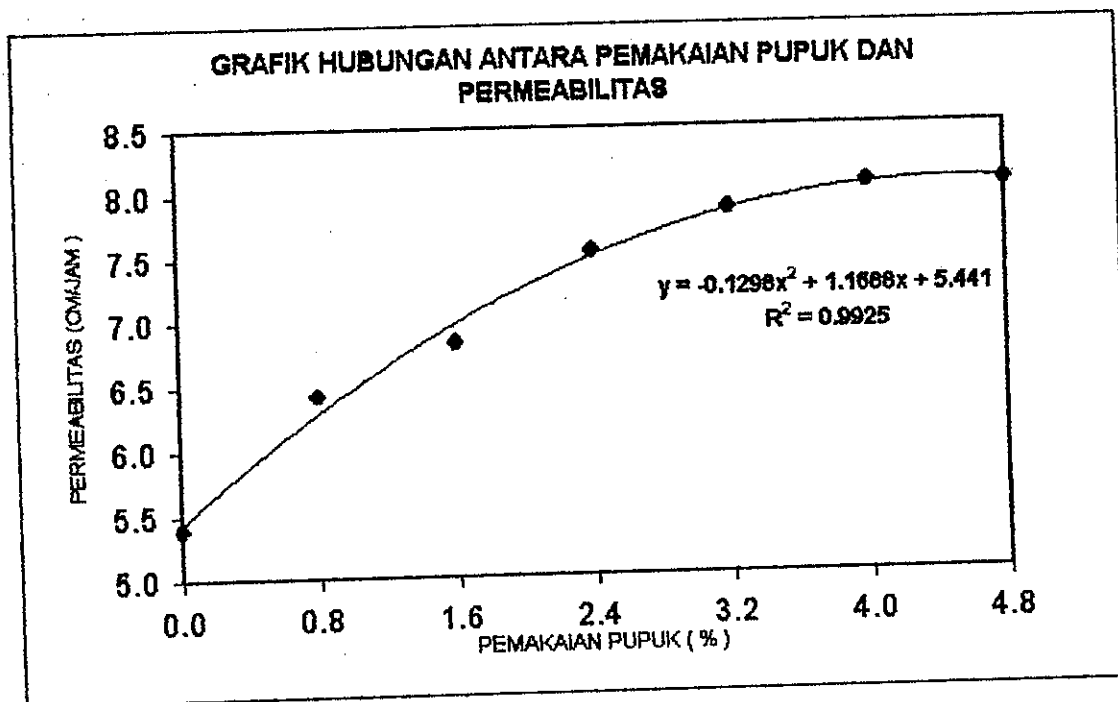


Gambar 4.5 Grafik hubungan antara jumlah pemakaian pupuk kandang sapi dan nilai erodibilitas tanah K

4.3.4 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Permeabilitas Tanah

Pemakaian pupuk kandang sapi diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Sehingga air yang jatuh di permukaan akan lebih banyak yang terserap masuk ke dalam tanah melalui daya infiltrasi yang dimiliki tanah. Hal ini akan mengurangi besarnya aliran permukaan yang terjadi sehingga dapat memperkecil terbawanya butiran tanah oleh air. Peningkatan kemampuan tanah menyerap air berarti meningkatkan laju infiltrasi dan permeabilitas tanah. Dari hasil penelitian terbukti bahwa penambahan pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Ini dapat dilihat pada tabel 3.6 dimana untuk kondisi tanpa diberi

pupuk (0%) mempunyai permeabilitas 5,4 cm/jam, setelah diberi pupuk 0,8% permeabilitas meningkat menjadi 6,43 cm/jam, demikian seterusnya hingga penambahan pupuk 4,8% permeabilitas menjadi 8,05 cm/jam. Trend yang dihasilkan dari hubungan antara pemakaian pupuk dan permeabilitas adalah $Y = -0,1298 X^2 + 1,1688 X + 5,441$, sehingga didapatkan suatu kondisi permeabilitas yang optimal sebesar 8,07 cm/jam pada kondisi pemakaian pupuk 4,5 %.

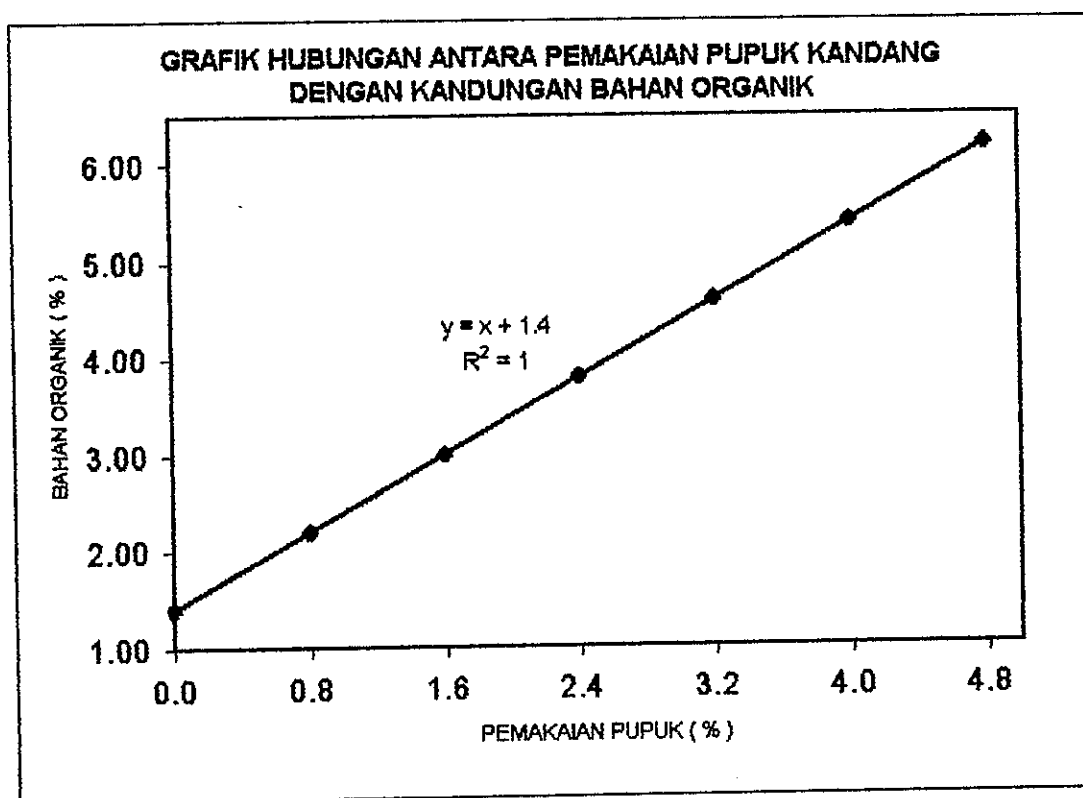


Gambar 4.6 Grafik hubungan antara pemakaian pupuk kandang sapi dengan permeabilitas

4.3.5 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi Terhadap Kandungan Bahan Organik

Pemakaian pupuk kandang sapi diharapkan dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Dengan adanya kandungan bahan organik dalam pupuk kandang sapi akan meningkatkan jumlah kandungan bahan organik yang dimiliki oleh tanah

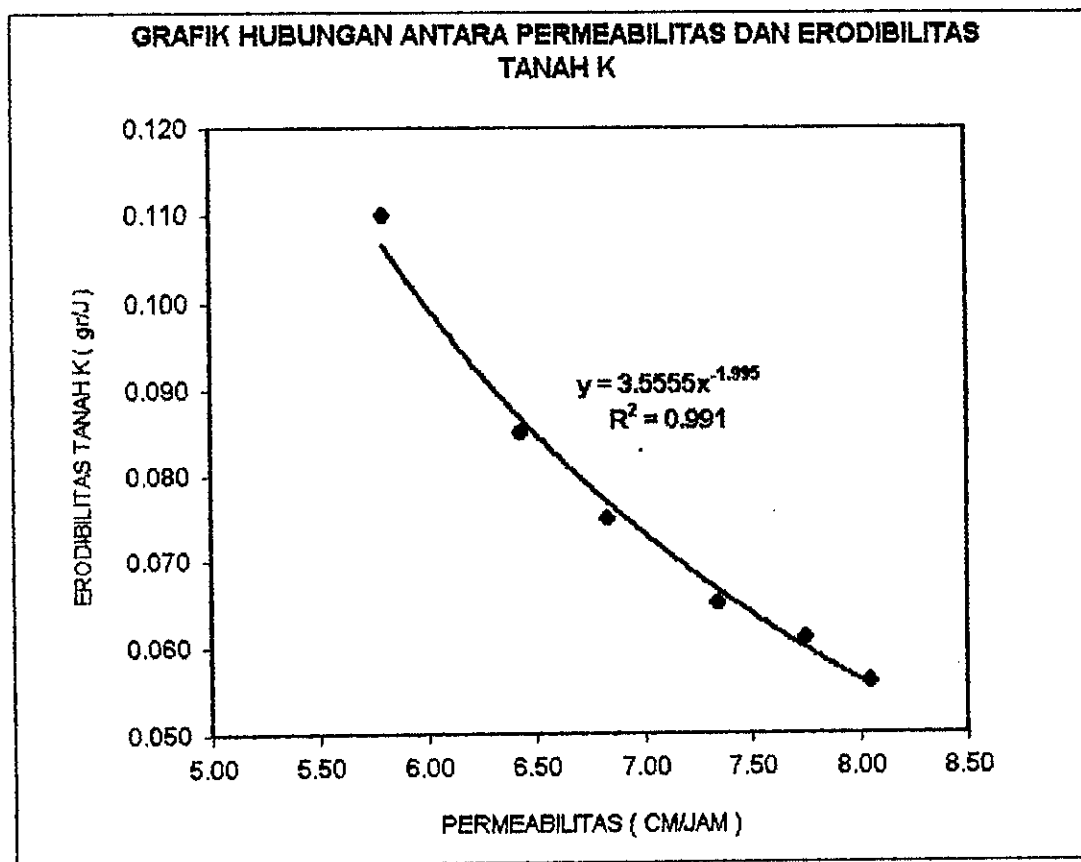
yang diberi pupuk kandang. Penambahan bahan organik ini dapat meningkatkan sifat fisik dan struktur tanah, sehingga tanah akan lebih tahan terhadap erosi. Kalau ditinjau secara teoritis dengan menggunakan Nomograf Weismeyer dengan semakin besar kandungan bahan organik semakin kecil nilai erodibilitas tanah K. Bila memperhatikan tabel 3.7 dijumpai bahwa dengan bertambahnya pemakaian pupuk kandang sapi dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah. Hal ini dapat dibuktikan pada tanah tanpa pemakaian pupuk hanya mengandung 1,4 % bahan organik, pemakaian pupuk 0,8% meningkatkan jumlah bahan organik menjadi 2,2%, demikian seterusnya hingga pada pemakaian pupuk 4,8% memberikan kandungan bahan organik sebesar 6,2%



Gambar 4.7 Grafik hubungan antara pemakaian pupuk kandang sapi dengan bahan organik

4.3.6 Pengaruh Permeabilitas Terhadap Erodibilitas Tanah K

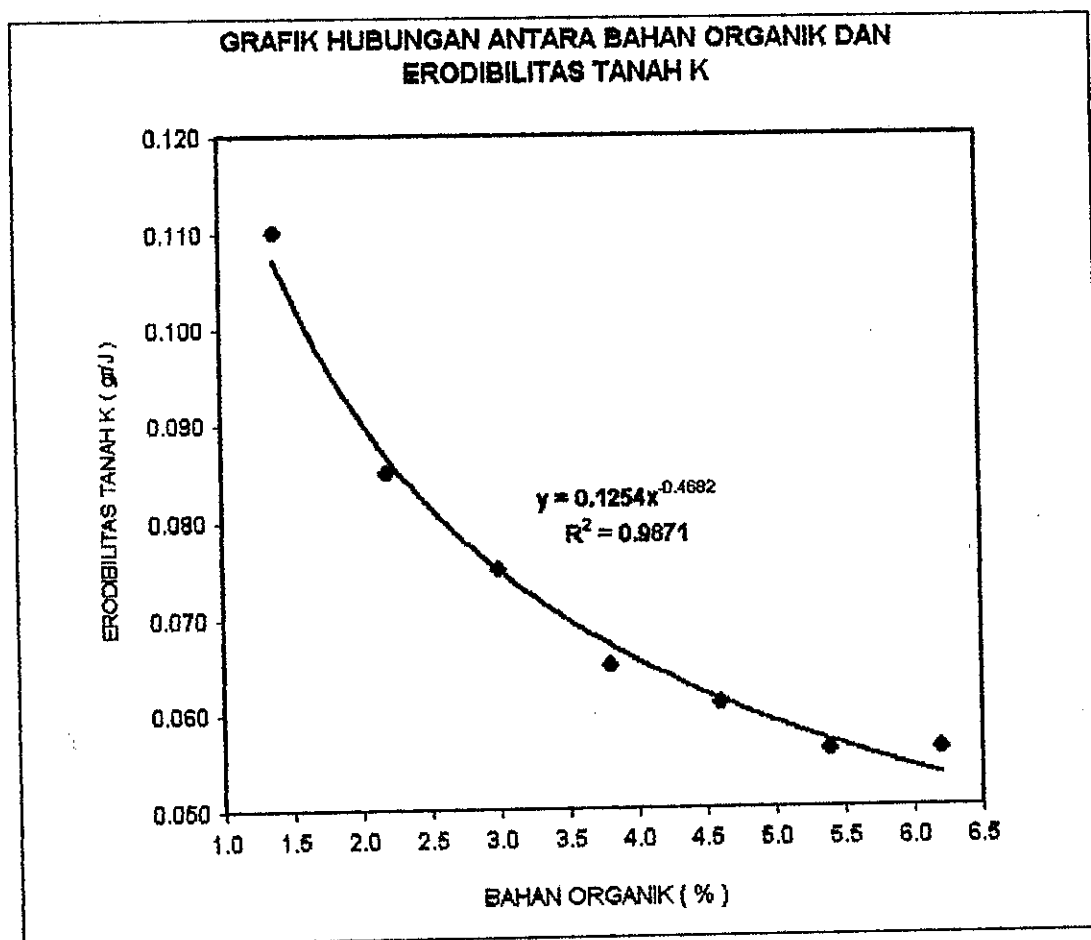
Permeabilitas tanah dapat mempengaruhi besarnya nilai erodibilitas tanah, ini karena dengan nilai kemampuan menyerap air yang tinggi akan menyebabkan mengecilnya aliran permukaan sehingga akan mengurangi jumlah butiran yang terhanyutkan. Jadi semakin besar permeabilitas tanah akan semakin kecil nilai erodibilitas tanahnya yang pada akhirnya dapat memperkecil laju erosi tanah. Dari hasil penelitian memperlihatkan bahwa semakin besar permeabilitas semakin kecil nilai erodibilitas tanah.



Gambar 4.8 Grafik hubungan antara permeabilitas dengan erodibilitas tanah K

4.3.7 Pengaruh jumlah bahan organik terhadap erodibilitas tanah K

Penambahan jumlah bahan organik dalam tanah dapat memperbaiki sifat dan struktur tanah yang pada akhirnya dapat memperkecil nilai erodibilitas tanah K sehingga berakibat langsung dengan semakin kecilnya jumlah erosi yang terjadi. Hasil penelitian ini memperlihatkan dengan semakin besar kandungan bahan organik akan memberikan nilai semakin kecilnya erodibilitas tanah K.



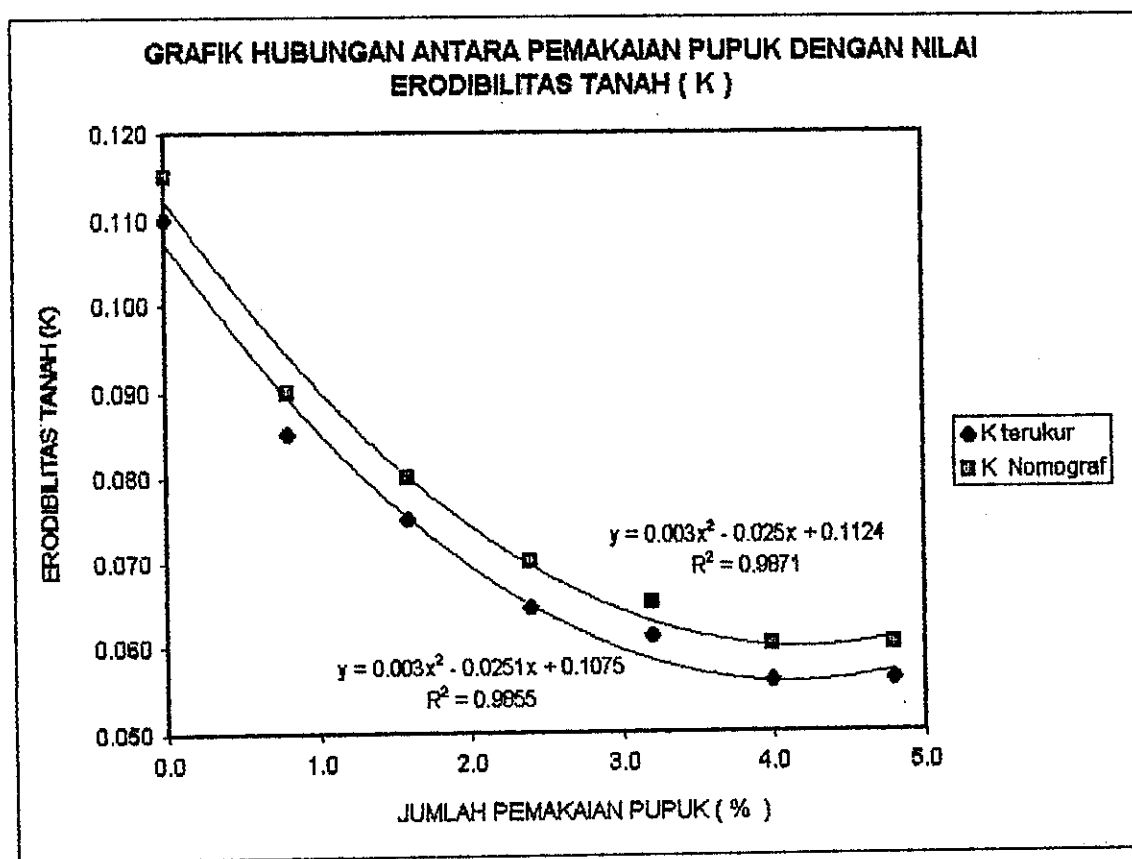
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara kandungan bahan organik dan erodibilitas tanah K

4.3.8 Hubungan Antara Erodibilitas Tanah Pengamatan dan Erodibilitas Tanah Prediksi

Yang dimaksud dengan erodibilitas pengamatan adalah nilai erodibilitas tanah hasil pengamatan di laboratorium (K_T), sedangkan erodibilitas tanah prediksi adalah erodibilitas tanah yang dihasilkan dari Nomograf Weismeyer dengan memasukkan nilai-nilai struktur dan tekstur tanah hasil penelitian laboratorium (K_P). Dari kedua hasil di atas memang terdapat perbedaan hasil, tetapi dari kecenderungannya sudah menunjukkan kecenderungan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan sudah bisa dikatakan dapat diterima. Adapun perbedaan nilai yang didapat bisa disebabkan oleh beberapa hal diantaranya : (1) Ketelitian pembacaan, (2) Ketelitian alat, (3) Keserupaan model dengan kondisi lapangan, (4) Perbedaan iklim antara negara tempat dikembangkannya USLE dengan negara kita yang beriklim tropis, (5) Adanya distorsi-distorsi. Tetapi kalau dilihat dari selisih atau penyimpangan yang ada besarnya penyimpangan rata-rata sebesar 7% dapat dikatakan bahwa penelitian ini masih dapat diterima.

Tabel 4.12 Erodibilitas Terukur dan Erodibilitas Prediksi

PUPUK (%)	K_T (terukur)	K_P (Nomograf)
0.0	0.1101	0.115
0.8	0.0852	0.090
1.6	0.0751	0.080
2.4	0.0646	0.070
3.2	0.0612	0.065
4.0	0.0559	0.060
4.8	0.0560	0.060



Gambar 4.10 Grafik hubungan antara erodibilitas pengamatan dan erodibilitas prediksi

4.3.9 Pengaruh Pemakaian Pupuk Kandang Sapi dan Tanaman Terhadap Laju Erosi

Seperti telah dibahas pada subbab terdahulu bahwa pemakaian pupuk kandang sapi dapat mengurangi laju erosi tanah. Hal inipun terjadi pada tanah yang ditutupi oleh tanaman. Bagaimana bila kedua hal ini terjadi secara simultan, tentunya akan memberikan hasil yang lebih baik lagi disamping pengurangan erosi yang dihasilkan oleh pemberian pupuk kandang juga terjadi pengurangan erosi yang dihasilkan dari tertutupnya lahan oleh tanaman.

Tabel 4.13 Erosi tanah pada kondisi tanpa tanaman dan dengan tanaman jagung

A. KEMIRINGAN LERENG 5°

Pupuk (%)	Erosi (ton/ha)		Selisih Erosi	
	Tanpa tanaman	Dengan tanaman	(ton/ha)	(%)
0.0	0.2306	0.2085	0.0221	9.58
0.8	0.2035	0.1532	0.0503	24.72
1.6	0.1799	0.1358	0.0441	24.51
2.4	0.1625	0.1178	0.0447	27.51
3.2	0.1488	0.1069	0.0419	28.16
4.0	0.1335	0.0969	0.0366	27.42
4.8	0.1362	0.0951	0.0411	30.18

B. KEMIRINGAN LERENG 10°

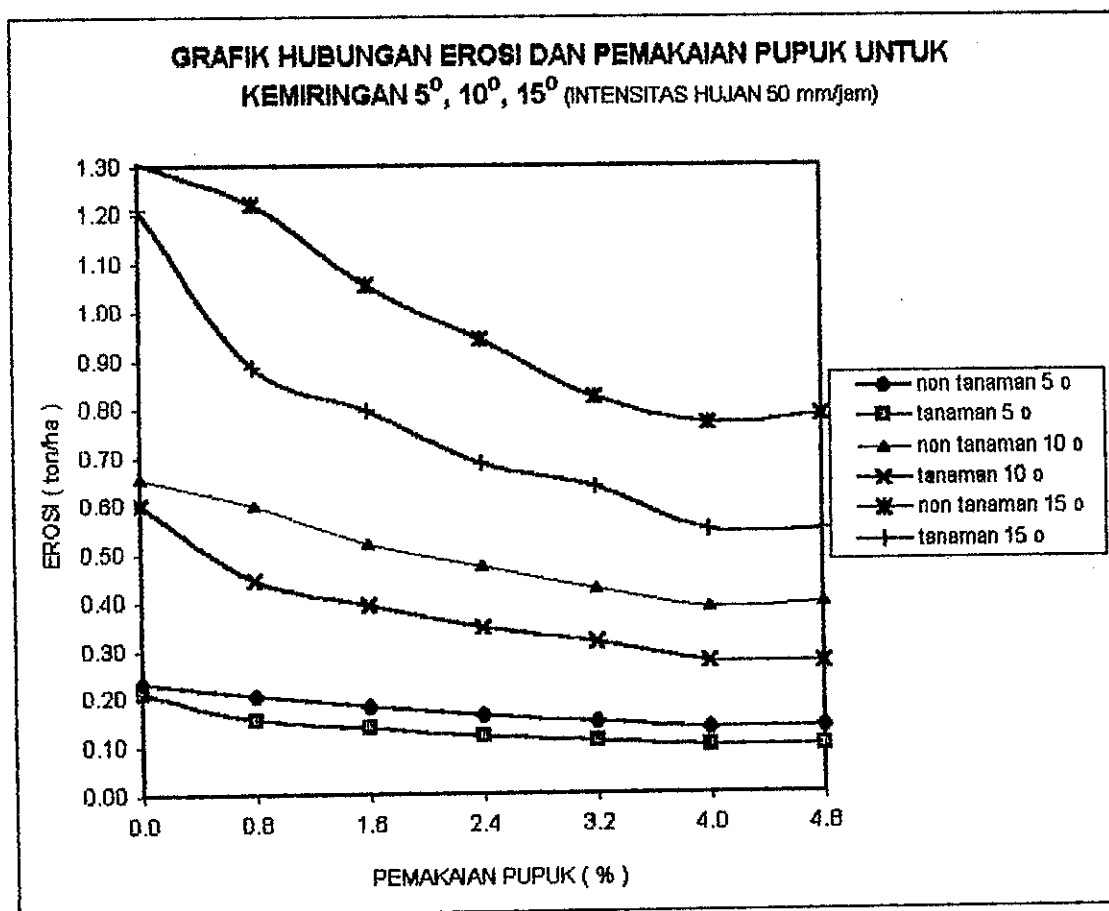
Pupuk (%)	Erosi (ton/ha)		Selisih Erosi	
	Tanpa tanaman	Dengan tanaman	(ton/ha)	(%)
0.0	0.6566	0.6010	0.0556	8.47
0.8	0.5990	0.4443	0.1547	25.83
1.6	0.5181	0.3934	0.1247	24.07
2.4	0.4715	0.3461	0.1254	26.60
3.2	0.4242	0.3152	0.1090	25.70
4.0	0.3869	0.2733	0.1136	29.36
4.8	0.3956	0.2721	0.1235	31.22

C. KEMIRINGAN LERENG 15°

Pupuk (%)	Erosi (ton/ha)		Selisih Erosi	
	Tanpa tanaman	Dengan tanaman	(ton/ha)	(%)
0.0	1.3066	1.2091	0.0975	7.46
0.8	1.2193	0.8860	0.3333	27.34
1.6	1.0547	0.7952	0.2595	24.60
2.4	0.9423	0.6851	0.2572	27.29
3.2	0.8240	0.6365	0.1875	22.75
4.0	0.7675	0.5462	0.2213	28.83
4.8	0.7840	0.5457	0.2383	30.40

Dengan memperhatikan Tabel 4.13 di atas dengan menganggap bahwa erosi yang terjadi pada kondisi tanpa pupuk dan tanpa tanaman sebagai kondisi yang paling kritis, maka jumlah pengurangan erosi terkecil terjadi pada kondisi tanpa pupuk dengan tanaman yaitu sebesar 9,58% untuk kemiringan 5°, 8,47% untuk kemiringan 10°, dan 7,46% untuk kemiringan 15°. Kemudian bila dihitung lebih lanjut pengurangan erosi

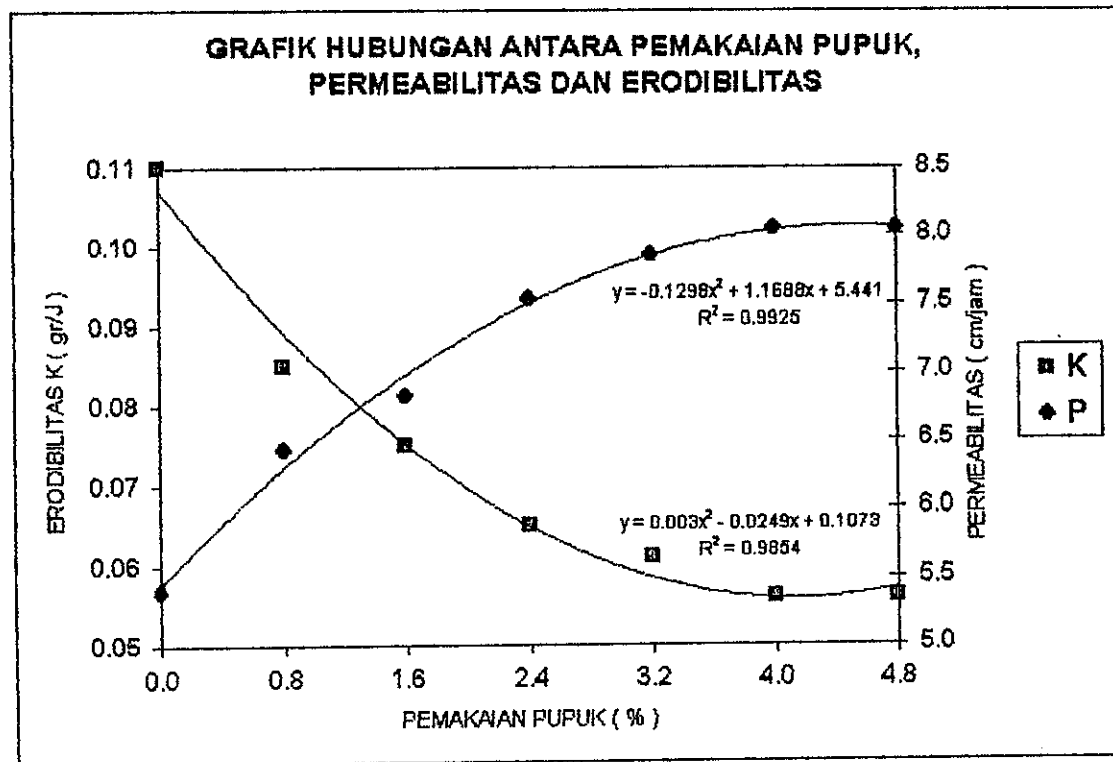
terbesar terjadi pada kondisi pemakaian pupuk 4,8% dengan tanaman. Hal ini terjadi pada setiap kemiringan lereng yang diamati. Seperti untuk kemiringan lereng 5° terjadi pengurangan erosi sebesar $(23,06 - 9,51)/23,06 \times 100\% = 58,76\%$, untuk kemiringan lereng 10° = 58,55%, dan untuk kemiringan lereng 15° = 58,92%. Dari sini dapat dikatakan bahwa untuk jenis tanah regosol kelabu yang dapat memberikan erosi lahan yang terkecil adalah dengan memberikan pupuk kandang sapi 4,8% dengan lahan ditanami jagung.



Gambar 4.11 Grafik hubungan antara erosi dan pemakaian pupuk untuk berbagai kemiringan

4.3.10 Hubungan Antara Pemakaian Pupuk, Permeabilitas, dan Erodibilitas Tanah

Untuk mengetahui hubungan antara pemakaian pupuk, permeabilitas, dan erodibilitas tanah dapat dilihat pada grafik Gambar 4.12

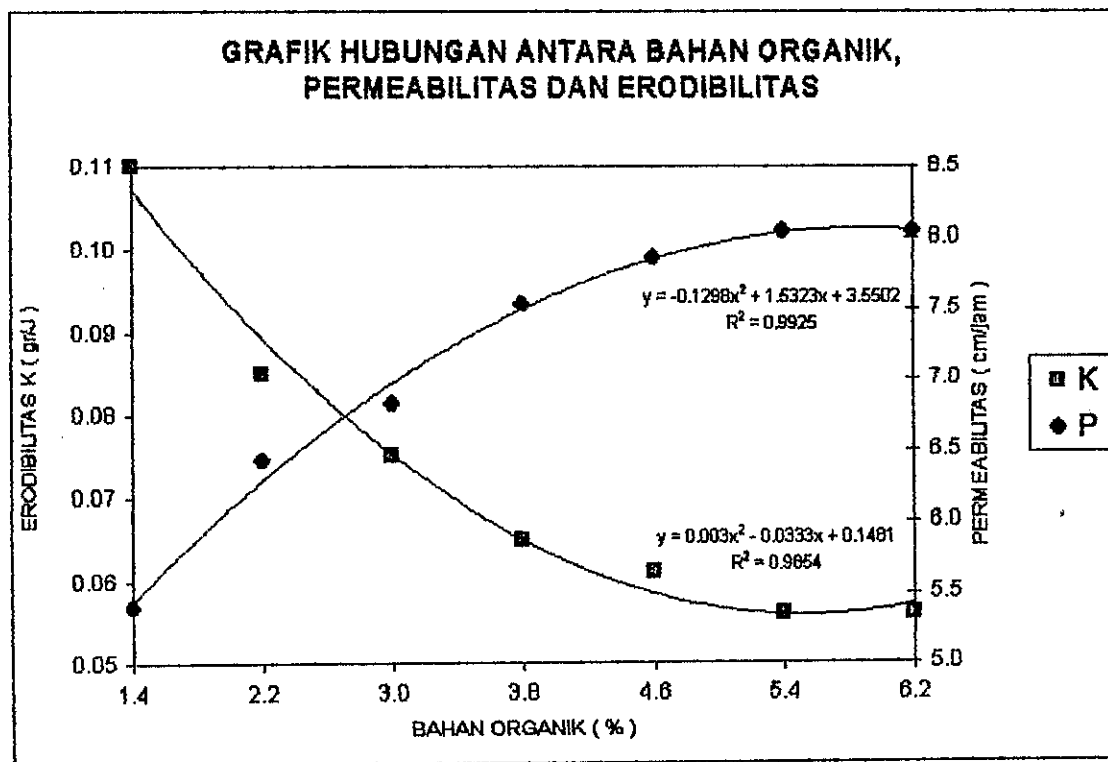


Gambar 4.12 Grafik hubungan antara pemakaian pupuk kandang, permeabilitas, dan erodibilitas

Pada grafik Gambar 4.12 terlihat bahwa terjadi satu titik perpotongan antara kurva erodibilitas K dan permeabilitas P yaitu pada persentase pemakaian pupuk 1,4% dengan nilai erodibilitas 0,08 gr/J dan permeabilitas 6,75 cm/jam. Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa persentase pemakaian pupuk kandang yang terbaik dilihat dari hubungan antara permeabilitas dan erodibilitas adalah 1,4%.

4.3.11 Hubungan Antara Kandungan Bahan Organik, Permeabilitas, dan Erodibilitas

Untuk mengetahui hubungan antara kandungan bahan organik, permeabilitas, dan erodibilitas dapat dilihat pada grafik Gambar 4.13 berikut :



Gambar 4.13 Grafik hubungan antara kandungan bahan organik, permeabilitas, dan erodibilitas

Pada grafik Gambar 4.13 terlihat bahwa terjadi satu titik perpotongan antara kurva erodibilitas K dan permeabilitas P yaitu pada persentase bahan organik 2,8% dengan nilai erodibilitas 0,08 gr/J dan permeabilitas 6,75 cm/jam. Dari sini dapat ditarik kesimpulan bahwa persentase kandungan bahan organik yang terbaik dilihat dari hubungan antara permeabilitas dan erodibilitas adalah 2,8%.

4.3.12 Hubungan Antara Erosi, Permeabilitas, Erodibilitas, dan Bahan Organik

Untuk mendapatkan hubungan erosi merupakan fungsi dari permeabilitas, erodibilitas, dan bahan organik dapat dilihat dari hasil regresi berganda seperti yang disajikan pada Tabel 4.14 berikut :

Tabel 4.14 Erosi merupakan fungsi dari permeabilitas, erodibilitas, dan bahan organik

LERENG	HASIL REGRESI BERGANDA	
	TANPA TANAMAN	DENGAN TANAMAN
5°	$A = -0,019.P + 0,3206.K - 0,0066.O + 0,3088$	$A = 0,0087.P + 2,3812.K - 0,0014.O - 0,0944$
10°	$A = -0,0821.P - 0,5716.K - 0,0193.O + 1,1961$	$A = 0,0451.P + 7,3499.K - 0,0106.O - 0,4382$
15°	$A = -0,2911.P - 7,0681.K - 0,0356.O + 3,7200$	$A = 0,0788.P + 14,5154.K - 0,0176.O - 0,7936$

Keterangan :

- A = erosi (ton/ha)
- P = permeabilitas (cm/jam)
- K = erodibilitas (gr/I)
- O = bahan organik (%).

4.4 Analisis Ekonomi

Untuk mendapatkan hasil panen jagung sebesar 10 ton/ha yang terdiri dari 5 ton biji jagung dan 5 ton jerami dibutuhkan pupuk N, P, dan K sebagai berikut :

1). Menggunakan pupuk buatan

- Untuk menghasilkan biji jagung :

$$N = 5/4 \times 63 \text{ kg} = 78,75 \text{ kg}$$

$$P = 5/4 \times 12 \text{ kg} = 15 \text{ kg}$$

$$K = 5/4 \times 30 \text{ kg} = 37,5 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah} = 131,25 \text{ kg}$$

- Untuk menghasilkan jerami :

$$N = 5/4 \times 37 \text{ kg} = 46,25 \text{ kg}$$

$$P = 5/4 \times 6 \text{ kg} = 7,5 \text{ kg}$$

$$K = 5/4 \times 38 \text{ kg} = 47,5 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah} = 101,25 \text{ kg}$$

$$\text{Total kebutuhan pupuk} = 131,25 \text{ kg} + 101,25 \text{ kg} = 232,5 \text{ kg}$$

$$\text{Biaya yang dibutuhkan} = 232,5/50 \times \text{Rp. } 150.000 = \underline{\text{Rp. } 697.500.}$$

2). Menggunakan pupuk kandang

Kebutuhan unsur N bagi tanaman didapatkan dari N yang terkandung dalam bahan organik dalam tanah, N dari udara, N dari air hujan, dan N dari pupuk. Kandungan N yang terdapat dalam kandungan bahan organik tanah dinyatakan dalam perbandingan C : N : P : S yaitu 100 : 10 : 1 : 1, sehingga untuk tanah regosol kandungan N = $\frac{10}{112} \times 1,4\% = 0,12\%$. Jadi komposisi N yang dibutuhkan untuk tanaman

dapat dihitung sebagai berikut :

$$N_{\text{tanah}} = 0,12 \%$$

$$N_{\text{pupuk}} = 0,29 \%$$

$$N_{\text{udara}} = 0,05 \%$$

$$N_{\text{hujan}} = 0,04 \%$$

$$\text{Total} = 0,5 \%$$

$$N_{\text{tanah}} = \frac{0,12}{0,5} \times (78,75 + 46,25) = 30 \text{ kg}$$

$$N_{\text{pupuk}} = \frac{0,29}{0,5} \times (78,75 + 46,25) = 72,5 \text{ kg}$$

$$N_{\text{udara}} = \frac{0,05}{0,5} \times (78,75 + 46,25) = 12,5 \text{ kg}$$

$$N_{\text{hujan}} = \frac{0,04}{0,5} \times (78,75 + 46,25) = 10 \text{ kg}$$

$$\text{Pupuk kandang sapi yang diperlukan adalah } \frac{72,5}{2,9} = 25 \text{ ton.}$$

$$P = \frac{15 + 7,5}{1,7} = 11 \text{ ton}$$

$$K = \frac{37,5 + 47,5}{3,5} = 19 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh jumlah pupuk kandang sapi yang dibutuhkan adalah sebesar 25ton/ha. Dengan asumsi 1 truk dapat mengangkut 5ton pupuk dan biaya tiap truk Rp.100.000, maka besarnya biaya yang diperlukan adalah $25/5 \times \text{Rp. } 100.000 = \underline{\text{Rp.500.000.}}$

Dari perbandingan harga yang diperoleh diatas dapat disimpulkan bahwa pemakaian pupuk kandang sapi lebih ekonomis dibanding pupuk buatan. Dan hal ini sudah banyak dilakukan oleh masyarakat petani khususnya di lokasi studi yaitu Kecamatan Jatinom Kabupaten Klaten.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian model fisik pengaruh pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol terhadap erosi dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Pemakaian pupuk kandang sapi pada tanah regosol kelabu dapat meningkatkan permeabilitas tanah yaitu 5,4 cm/jam, 6,43 cm/jam, 6,63 cm/jam, 6,83 cm/jam, 7,34 cm/jam, 7,75 cm/jam, 8,05 cm/jam, dan 8,04 cm/jam berturut-turut untuk pemakaian pupuk, 0%, 0,8%, 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4%, 4,8%, dengan trend $Y = -0,1298 X^2 + 1,1688 X + 5,441$ dengan $\Delta s = 0,18\%$ sehingga didapat harga permeabilitas optimum sebesar 8,07 cm/jam pada kondisi pemakaian pupuk 4,5 %. Juga dapat meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah yaitu 1,4%, 2,2%, 3%, 3,8%, 4,6%, 5,4%, 6,2% berturut-turut untuk pemakaian pupuk 0%, 0,8%, 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4%, 4,8% yang pada akhirnya dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi..

Peningkatan permeabilitas dan kandungan bahan organik dalam tanah menyebabkan mengecilnya nilai Erodibilitas tanah K yaitu 0,110 gr/J, 0,085 gr/J, 0,075 gr/J, 0,065 gr/J, 0,061 gr/J, 0,056 gr/J, 0,056 gr/J berturut-turut untuk pemakaian pupuk 0%, 0,8%, 1,6%, 2,4%, 3,2%, 4%, 4,8% sehingga dapat memperkecil laju erosi. Trend yang didapatkan dari hubungan pemakaian pupuk kandang dengan erodibilitas tanah adalah $Y = 0,003 X^2 - 0,0251 X + 0,1075$ dengan $\Delta s = 1,8\%$ dan erodibilitas tanah optimum sebesar 0,056 gr/J pada kondisi pemakaian pupuk 4,15 %.

Jumlah pengurangan erosi terkecil yang terjadi untuk setiap kemiringan lereng adalah pada kondisi sample tanpa pemakaian pupuk tanpa tanaman yaitu lebih kurang 8,5%, jumlah pengurangan erosi terbesar yang terjadi untuk setiap kemiringan lereng adalah pada kondisi sample dengan pemakaian pupuk 4% dengan tanaman yaitu lebih kurang 58,6%

Dari uraian-uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pemakaian pupuk kandang sapi optimal dicapai pada persentase pemakaian pupuk kandang sebesar 4,3 % karena memberikan nilai erodibilitas tanah, permeabilitas, dan erosi yang optimum. Pemakaian pupuk kandang sapi yang optimal sebesar 4,3 % setara dengan 43 ton/ha. Karena jumlahnya yang cukup besar, akan menimbulkan beberapa kendala seperti transportasi dan pengadaannya.

5.2 Saran

Penelitian ini dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *rainfall simulator* dengan kondisi hujan sesaat, maka untuk verifikasi perlu dilakukan penelitian serupa di lapangan dengan kondisi hujan alami.

Untuk mendapatkan hasil panen yang baik dan laju erosi tanah yang terjadi masih di bawah batas maksimum yang diijinkan, maka bagi para petani setempat khususnya di Jatinom Klaten dapat disarankan untuk menggunakan pupuk kandang sapi 2,5% atau setara dengan 25 ton/ha dengan lahan ditanami jagung. Karena disamping dapat menghasilkan panen 5 ton/ha biji jagung, erosi yang dihasilkan 0,7 ton/ha yang masih jauh lebih kecil dibanding erosi maksimum yang diijinkan sebesar 10 ton/ha.

Untuk memenuhi kebutuhan pupuk kandang sapi tersebut perlu dilakukan kerja sama yang saling menguntungkan oleh pemda dan masyarakat petani dalam penyediaan ternak sapi, misal dengan sistem bagi hasil. Misal 1 Kepala Keluarga mempunyai lahan rata-rata 1 patok setara dengan $\frac{1}{3}$ ha dan diberi bantuan 2 ekor sapi. Dari 2 ekor sapi dalam 1 tahun dapat menghasilkan 15 ton pupuk kandang dengan asumsi tiap ekor sapi dapat menghasilkan pupuk 7,5 ton/tahun (Rauf, A. 1993). Dengan demikian kebutuhan pupuk kandang sapi dapat dipenuhi oleh masyarakat petani itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Brady, N. C. (1974). *The Nature and Properties of Soils*. 8th. Mac Millan Publ. Con. Inc. New York.
- Brady, N. C., Buckman, H.O. (1982). *Ilmu Tanah*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Hakim, N., Nyakpa, Y. (1986). *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Unila. Lampung.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Intosh, Mc., Varney, K. E. (1973). *Accumulative Effect of Manure and Non Continuous Corn and Clay Soil*. Agr. Journal.
- Ketcheson, J.W. (1978). *Effect of Corn Slover, Manure, and Nitrogen on Soil Properties and Crop Yield*. Agr. Journal.
- Kertonegoro, B. D. (1993). *Pelestarian Air pada Tanah Marginal Berpasir Menggunakan Tanah Bertekstur Lebih Halus yang Dicampurkan*. Prosiding Kongres Ke II dan Seminar Nasional MKTI. Bogor.
- Kusumastuti, D. I. (1994). *Model Fisis Pemanfaatan Bahan Sintetis Pada Lereng Tanah Pasir untuk Perlindungan Erosi Hujan*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Morgan, RPC. (1986). *Soil Erosion & Conservation*. Longman Scientific & Technical. Longman Group UK.
- Mulyani, M., Kartasapoetra, A. G. (1991). *Pengantar Ilmu Tanah*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Rauf, A. (1993). *Usaha Penciptaan Sistem Agroforestry di Lahan Kritis Padang Penggembalaan Melalui Rotasi Kandang Ternak Besar*. Prosiding Kongres Ke II dan Seminar Nasional MKTI. Bogor.
- Rinsema, W. T. (1993). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Bhratara Karya Aksara. Jakarta.
- Syarief, S. (1986). *Kesuburan dan Penmupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.
- Suripin (2000). *Konservasi Tanah dan Air*. Jurusan Teknik Sipil UNDIP. Semarang.
- Suripin (2001). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Andi. Yogyakarta.
- Sevilla, C. G., Ochave, J. A., Punsalan, T. G., Regala, B. P., Uriarte, G. G. (1993). *Pengantar Metode Penelitian*. UI Press. Jakarta.

- Suresh, R. (2000). *Soil and Water Conservation Engineering*. Lomus Offset Press. Delhi.
- Triatmodjo, B. (1992). *Metode Numerik*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Purwono, B. (1996). *Peranan Bahan Gambut Sebagai Pemantap Tanah dan Pengendali Erosi pada Tanah Podsolik Merah Kuning dan Regosol*. Tesis Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Pratiwi, J. A., Sumaryono, A. (1993). *Pengaruh Penanaman Rumput Terhadap Laju Erosi pada Lahan Bekas Endapan Bahan Vulkanik di Daerah Gunung Merapi*. Prosiding Kongres Ke II dan Seminar Nasional MKTL Bogor.
- Zamroni (1990). *Pemberian Pupuk Kandang dan Pupuk N pada Tanaman Jagung Manis di Tanah Regosol*. Tugas Akhir Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- (1998). *Instruction Manual Rainfall Simulator*. Fel 3. Issue 8.